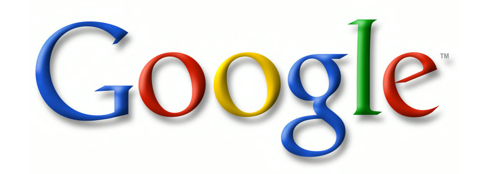
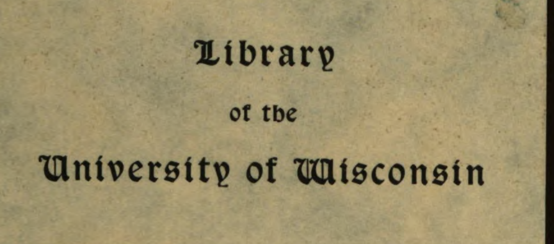


NORMALIEN VORSCHRIFTEN UND LEITSÄTZE DES VERBANDES DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER

— EINGETRAGENER VEREIN —

Zweite Auflage





Normalien,

Vorschriften und Leitsätze

des

Verbandes Deutscher Elektrotechniker

eingetragener Verein.

Herausgegeben

von

Gisbert Kapp,

Generalsekretär.

Zweite Auflage.

Mit Berücksichtigung der Beschlüsse der Jahresversammlungen in Kassel 1904 und Dortmund-Essen 1905.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1905.

Vorwort zur ersten Auflage.

Nachdem der Verband Deutscher Elektrotechniker nunmehr auf eine zehnjährige wissenschaftlich-technische Tätigkeit zurückblicken kann, hat sein Vorstand mich beauftragt, die in dieser Zeit gemachten Arbeiten in der augenblicklich geltenden Fassung und in einem Buche zusammengestellt zu veröffentlichen. Bisher waren einzelne dieser Arbeiten als Broschüren herausgegeben und andere nur im Verbandsorgan, der Elektrotechnischen Zeitschrift, nicht aber gesondert veröffentlicht worden. Diese Art der Veröffentlichung war so lange die zweckmäßigste als sich die einzelnen Vorschriften und Normalien noch im Stadium des allmählichen Ausbaues und der Verbesserung befanden. Dieses Stadium ist zwar auch jetzt noch nicht ganz überwunden und kann es wohl nie werden; denn neue Entwickelungen der Technik werden immer eine entsprechende Berücksichtigung in den Vorschriften und Normalien finden müssen. Einen gewissen Abschluß haben aber die meisten dieser Arbeiten jetzt erreicht und dadurch rechtfertigt sich ihre Veröffentlichung in gesammelter Form.

Diejenigen Leser, welche die Jahresversammlungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht mitmachen, dürfte es interessieren zu erfahren, wie diese Arbeiten eingeleitet und durchgeführt werden. Nachdem aus den Kreisen der Industrie die Anregung zur Behandlung eines bestimmten Gegenstandes gegeben worden ist, wird auf der nächsten Jahresversammlung die Angelegenheit besprochen und, wenn ihre weitere Verfolgung geboten erscheint, eine Kommission zu diesem Zwecke ernannt. Diese erhält ein bestimmtes Mandat auf ein Jahr und veröffentlicht ihre Arbeit im Verbandsorgan, einige Zeit vor der nächsten Jahresversammlung, damit diese in der Lage ist, die Arbeit zu beurteilen und zu diskutieren und, wenn Bedenken gegen einzelne Punkte auftauchen, die Angelegenheit zur nochmaligen Behandlung an die Kommission unter Erneuerung ihres Mandates zurück

zu verweisen. Werden gegen die Kommissionsarbeit auf der Jahresversammlung keine Einwendungen gemacht, so wird die Annahme der Arbeit beschlossen, jedoch zunächst nur versuchsweise auf ein oder zwei Jahre, damit der Verband Gelegenheit habe, die Tauglichkeit der Arbeit durch die praktische Erfahrung zu prüfen. Erst wenn diese Probezeit verstrichen ist und gezeigt hat, daß die Arbeit brauchbar ist, wird sie von einer folgenden Jahresversammlung einschließlich etwaiger als nötig erwiesener Verbesserungen definitiv angenommen. Die meisten der in diesem Buche abgedruckten Kommissionsarbeiten haben den hier geschilderten Vorgang bis zur definitiven Annahme durchgemacht. Das Datum der Annahme ist in jedem Falle angegeben.

In einem Falle, nämlich jenem der Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz, ist der Verband von dem gewöhnlichen Verfahren der Behandlung durch eine eigene Kommission abgewichen und hat diese Leitsätze ohne Änderung in der Form angenommen, in der sie ihm vom Elektrotechnischen Verein empfohlen worden sind. Bei Ausarbeitung der Normalien für Leitungsmaterial, der Vorschriften für Holzgestänge und der Sicherheitsvorschriften ist der Verband in dankenswerter Weise von der Vereinigung der Elektrizitätswerke unterstützt worden. Die Kommission für Kontaktgrößen und Schrauben ist nach Beendigung ihrer Arbeit im Jahre 1895 nicht wieder eingesetzt worden. Von diesen Arbeiten ist jedoch nur der Teil, der sich auf Schrauben bezieht, in diese Sammlung aufgenommen worden; die übrigen Bestimmungen sind, weil nicht mehr im Einklang mit den Arbeiten späterer Kommissionen, auf Beschluß des Redaktionskomitees der Sicherheitskommission fortgelassen worden. In bezug auf die Sicherheitsregeln für elektrische Bahnanlagen ist zu bemerken, daß sie demnächst eine Neubearbeitung erfahren werden. Sobald die neue Fassung angenommen ist, wird sie einer neuen Auflage dieses Buches einverleibt werden. Die in den jetzigen „Sicherheitsregeln" enthaltene Bezugnahme auf die „Mittelspannungsvorschriften" setzt eigentlich den Abdruck der letzteren in diesem Buche voraus. Da jedoch die Mittelspannungsvorschriften mit Ende dieses Jahres überhaupt außer Kraft treten, so ist ihr Abdruck in dieser Sammlung nicht zweckmäßig, und es möge hier der

Hinweis genügen, daß die Mittelspannungsvorschriften in der ETZ 1899, Seite 571 veröffentlicht sind.

Zur Vervollständigung der Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edisongewinde gehören die Bestimmungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für die Prüfung der Kaliberlehren. Da diese Bestimmungen jedoch weder eine Verbandsarbeit sind, noch eine Arbeit, die durch Verbandsbeschluß genehmigt werden kann, so liegen sie außerhalb des Rahmens dieser Sammlung und sind deshalb in diese nicht aufgenommen worden. Sie sind abgedruckt in der ETZ 1901, Seite 647.

Berlin, im September 1903.

Gisbert Kapp,
Generalsekretär.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die Jahresversammlung 1904 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat auf Vorschlag der betreffenden Kommissionen verschiedene Nachträge zu den schon vorhandenen Sicherheitsvorschriften und Normalien angenommen. Außerdem hat diese Jahresversammlung folgende neue Kommissionsarbeiten angenommen:

1. Sicherheitsvorschriften für elektrische Bahnanlagen.
2. Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen.
3. Normalien für Stöpselsicherungen mit Edisongewinde.

Die Nachträge und neuen Arbeiten sind zuerst veröffentlicht ETZ 1904, S. 684—688.

Die Jahresversammlung 1905 hat ebenfalls einige Ergänzungen und Änderungen der Sicherheitsvorschriften beschlossen und einen neuen Paragraphen betreffend chemische Betriebsstätten angenommen. Die im Jahre 1904 in Kassel getroffene Bestimmung, daß die neuen Vorschriften vom 1. Januar 1905 gelten, aber keine rückwirkende Kraft haben sollen, ist von der Jahresversammlung 1905 nicht geändert worden.

Neu hinzugekommen sind die „empfehlenswerten Maßnahmen bei Bränden".

Betreffend die Normalien für die Prüfung von Eisenblech hat die Jahresversammlung 1905 die Apparate von Epstein, Möllinger und Richter als zur Ausführung der Messungen geeignet anerkannt und angeordnet, daß an Stelle der Ausführungsbestimmungen ein Hinweis auf die in der ETZ veröffentlichten Arbeiten über diese Apparate gemacht werden soll.

In der vorliegenden Auflage sind die von den Jahresversammlungen 1904 und 1905 gefaßten Beschlüsse sämtlich berücksichtigt, die Nachträge aber nicht mehr als solche gekennzeichnet, sondern in den Text einverleibt worden. Die früheren Sicherheitsregeln für elektrische Bahnanlagen wurden gestrichen. An ihre Stelle treten die neuen vom 1. Januar 1905 ab geltenden Sicherheitsvorschriften für elektrische Bahnanlagen.

Berlin, im Juni 1905.

Gisbert Kapp,
Generalsekretär.

Inhaltsübersicht.

Kupfernormalien.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 687.

§ 1. Der spezifische Widerstand des Leitungskupfers wird gegeben durch den in Ohm ausgedrückten Widerstand eines Stückes von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 15° C.

§ 2. Als Leitfähigkeit des Kupfers gilt der reziproke Wert des durch § 1 festgesetzten spezifischen Widerstandes.

§ 3. Kupfer, dessen spezifischer Widerstand größer ist als 0,0175, oder dessen Leitfähigkeit kleiner ist als 57, ist als Leitungskupfer nicht annehmbar.

§ 4. Als Normalkupfer von 100% Leitfähigkeit gilt ein Kupfer, dessen Leitfähigkeit 60 beträgt.

§ 5. Zur Umrechnung des spezifischen Widerstandes oder der Leitfähigkeit von anderen Temperaturen auf 15° C. ist in allen Fällen, wo der Temperaturkoeffizient nicht besonders bestimmt wird, ein solcher von 0,4% für 1° C. anzunehmen.

§ 6. Querschnitte von Leitungskupfer sind grundsätzlich durch Widerstandsmessungen zu ermitteln.

Normalien über einheitliche Kontaktgrößen und Schrauben.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu München im Jahre 1895. Veröffentlicht: ETZ 1895. S. 594.

Stärke der Schrauben zu Sicherungen, Schaltern, Instrumenten etc.

Ampère	50	100	200	400	700	1000
engl. Zoll	$^1/_4$	$^5/_{16}$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^5/_8$	$^3/_4$
(metr. Gew. mm	6	8	10	12	16	20

sofern solches später zur Einführung gelangt.)

Normalien für Leitungen.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 687.

Normalien für Gummiband- und Gummiader-Leitungen.

I. Gummibandleitungen

(geeignet zur Verlegung in trockenen Räumen für Spannungen bis 250 V).

Gummibandleitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 1 bis 16 qmm, mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten 1 bis 150 qmm zulässig.

Die Kupferseele ist feuerverzinnt, mit Baumwolle umgeben und darüber mit unverfälschtem technisch reinem unvulkanisiertem Paraband umwickelt.

Die Überlappung der Umwicklung muß mindestens 2 mm betragen.

Die Parabandhülle muß für 100 m einadriger Leitung folgende Gewichte aufweisen:

Kupferquerschnitt in qmm	Gummigewicht in Gramm	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern
1,0	130	7
1,5	155	7
2,5	190	7
4,0	230	7
6,0	280	7
10,0	340	7
16,0	420	7
25,0	550	7
35,0	650	19
50,0	800	19
70,0	1000	19
95,0	1200	19
120,0	1400	19
150,0	1550	19

Der Gewichtsfeststellung wird das Mittel aus fünf Wägungen von aus verschiedenen Stellen entnommenen 1 m langen Stücken zugrunde gelegt.

Über der Parabandhülle befindet sich eine Umwicklung mit Baumwolle und über dieser eine Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf oder ähnlichem Material, welche in geeigneter Weise imprägniert ist.

Die Toleranz der Dimensionen und Gewichte beträgt 5%.

Die so bezeichneten Leitungen werden einer Durchschlagsprobe nicht unterworfen.

Diese Leitungen können, wenn mehrdrähtig ausgeführt, als Mehrfachleiter beliebiger Anordnung benutzt werden und sind als solche in trockenem Zustande einer halbstündigen Durchschlagsprobe mit 500 V. Wechselstrom zu unterziehen.

II. Gummiaderleitungen

(geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 V und zum Anschluß beweglicher Apparate bis 500 V).

Die Gummiaderleitungen sind mit massiven Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 16 qmm, mit mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 0,75 bis 1000 qmm zulässig.

Die Kupferseele ist feuerverzinnt und mit einer wasserdichten vulkanisierten Gummihülle umgeben.

Jede Leitung muß nach 24-stündigem Liegen unter Wasser geprüft werden und einer halbstündigen Einwirkung eines Wechselstromes von 2000 V zwischen Kupferseele und Wasser, dessen Temperatur 25° C nicht übersteigen darf, widerstehen.

Die Wandstärke der Gummihülle soll betragen:

Kupferquerschnitt in qmm	höchstens mm	mindestens mm	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern
0,75	1,1	0,8	7
1,0	1,1	0,8	7
1,5	1,1	0,8	7
2,5	1,4	1,0	7
4,0	1,4	1,0	7
6,0	1,4	1,0	7
10,0	1,7	1,2	7
16,0	1,7	1,2	7
25,0	2,0	1,4	7
35,0	2,0	1,4	19
50,0	2,3	1,6	19

Kupferquerschnitt in qmm	höchstens mm	mindestens mm	Mindestzahl der Drähte bei mehrdrähtigen Leitern
70,0	2,3	1,6	19
95,0	2,6	1,8	19
120,0	2,6	1,8	37
150,0	2,8	2,0	37
185,0	3,0	2,2	37
240,0	3,2	2,4	61
310,0	3,4	2,6	61
400,0	3,6	2,8	61
500,0	4,0	3,2	91
625,0	4,0	3,2	91
800,0	4,5	3,5	127
1000,0	4,5	3,5	127

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5%.

Jede Leitung muß über dem Gummi von einer Hülle gummierten Bandes umgeben sein. Als Einzelleitung verwendet muß dieselbe außerdem eine imprägnierte Umklöppelung erhalten; bei Mehrfachleitungen kann die Umklöppelung gemeinsam sein.

Normalien für Gummiband- und Gummiader-Schnüre.

I. Gummiband-Schnüre*)

(geeignet zur Verlegung in trockenen Räumen für Spannungen bis 125 V).

Die Gummiband-Schnüre sind in Querschnitten von 1 bis 4 qmm zulässig. Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnten Kupferdrähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umsponnen und darüber mit unverfälschtem technisch reinem unvulkanisiertem Paraband umwickelt. Überlappung der Umwicklung muß mindestens 2 mm betragen.

Das Gewicht der Parabandhülle muß für 100 m einadriger unverseilter Leitung betragen:

*) Unter Schnüren sind im allgemeinen Doppelleitungen verstanden. Leitungen gleicher Konstruktion mit nur einer oder mehr als zwei Seelen sind durch den Zusatz „Einfach“, „Dreifach“ u. s. w., besonders zu bezeichnen.

bei 1,0 qmm	mindestens	130 g
„ 1,5 „	„	155 „
„ 2,5 „	„	190 „
„ 4,0 „	„	230 „

Der Gewichtsfeststellung wird das Mittel aus fünf Wägungen von aus verschiedenen Stellen entnommenen 1 m langen Stücken zugrunde gelegt.

Über der Parabandhülle jeder Einzelleitung befindet sich eine Umwickelung mit Baumwolle und über dieser eine Umklöppelung aus widerstandsfähigem Material, das nicht brennbarer sein darf als Seide oder Glanzgarn.

Die Toleranz der Dimensionen und Gewichte beträgt 5%.

Die so bezeichneten Leitungen sind in trockenem Zustande einer halbstündigen Durchschlagsprobe mit 500 V Wechselstrom zu unterwerfen.

II. Gummiader-Schnüre*)

(geeignet zur festen Verlegung für Spannungen bis 1000 V und zum Anschluß beweglicher Apparate bis 500 V).

Gummiader-Schnüre sind in Querschnitten von 0,75 bis 6 qmm zulässig. Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnten Kupferdrähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umsponnen und darüber mit einer wasserdichten vulkanisierten Gummihülle umgeben.

Jede Leitung muß nach 24-stündigem Liegen unter Wasser geprüft werden und einer halbstündigen Einwirkung eines Wechselstromes von 2000 V zwischen Kupferseele und Wasser, dessen Temperatur 25° C nicht übersteigen darf, widerstehen.

Die Wandstärke der Gummihülle soll betragen bei einem Querschnitt von

0,75 qmm	höchstens	1,1 mm,	mindestens	0,8 mm
1,0 „	„	1,1 „	„	0,8 „
1,5 „	„	1,1 „	„	0,8 „
2,5 „	„	1,4 „	„	1,0 „
4,0 „	„	1,4 „	„	1,0 „
6,0 „	„	1,4 „	„	1,0 „

* Siehe S. 4.

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5%.

Jede Einzelleitung muß über dem Gummi mit einer Schutzhülle umgeben sein, deren Art je nach dem Verwendungszweck zu wählen ist. Bewegliche Leitungen sind außerdem mit einer gemeinsamen geeigneten Umhüllung zu umgeben.

Normalien für die Belastung von Kabeln.

Belastungstabelle
für einfache im Erdboden verlegte Gleichstromkabel bis 700 V mit und ohne Prüfdraht.

Querschnitt in qmm	Stromstärke in Amp.
16	140
25	175
35	215
50	260
70	315
95	370
120	420
150	475
185	530
240	615
310	705
400	810
500	920
625	1040
800	1190
1000	1350

Die in der Tabelle angegebenen Stromstärken dürfen auf keinen Fall überschritten werden und gelten, solange nicht mehr als zwei Kabel dicht nebeneinander im gleichen Graben in der üblichen Verlegungstiefe liegen. Mittelleiter werden nicht als Kabel betrachtet.

Der Tabelle ist als zulässige Übertemperatur 25° C und eine Verlegungstiefe von 70 cm zugrunde gelegt. Bei ungünstigen Abkühlungsverhältnissen, wie z. B. bei Anordnung von Kabeln in Kanälen und dergl., oder Anhäufung von Kabeln im Erdboden, empfiehlt es sich, die Höchstbelastung auf $^3/_4$ der in der Tabelle angegebenen Werte zu ermäßigen.

Normalien für einfache Gleichstromkabel mit und ohne Prüfdraht bis 700 V.

Toleranz 5 % für sämtliche Dimensionen mit Ausnahme der Länge, der Isolationsstärke und des im Leitungswiderstande oder der Leitungsfähigkeit ausgedrückten Querschnittes.

Effektiver Kupferquerschnitt	Zahl der Drähte Kabel ohne Prüfdraht Minimalzahl	Zahl der Drähte Kabel mit Prüfdraht Minimalzahl	Durchmesser eines jeden Drahtes bei Kabel m. Prüfdraht	Prüfdraht: Querschnitt d. Kupferseele qmm	Isolierhülle Konstruktion	Isolierhülle Dicke Minimal-Dicke Toleranz 0,25 mm	Bleimantel einfacher Gesamtdicke	Bleimantel doppelter Gesamtdicke	Bespinnung des Bleimantels Konstruktion	Bespinnung des Bleimantels Dicke	Blechstärke der Armierung	Dicke der Bewickelung des armierten Kabels ca. mm	Äußerer Durchmesser des fertigen Kabels ohne Prüfdraht	Äußerer Durchmesser des fertigen Kabels mit Prüfdraht	Maximalprüfungsspannung
16	7	3	2,60	1	Imprägnierte Faserisolation	2,0	1,5	2 × 0,9	Säurefreie imprägnierte Jute	2,0	2 × 0,5	2,0	23	24	120 V Wechselstrom
25	7	6	2,30			2,0	1,5	2 × 0,9		2,0	2 × 0,5	2,0	24	25	
35	7	6	2,73			2,0	1,6	2 × 0,9		2,0	2 × 0,8	2,0	25	26	
50	19	6	3,26			2,0	1,6	2 × 1,0		2,0	2 × 0,8	2,0	29	30	
70	19	13	2,60			2,0	1,7	2 × 1,0		2,0	2 × 0,8	2,0	31	32	
95	19	13	3,10			2,0	1,7	2 × 1,0		2,0	2 × 0,8	2,0	32	33	
120	19	13	3,42			2,0	1,8	2 × 1,1		2,0	2 × 1,0	2,0	35	36	
150	19	18	3,26			2,25	1,9	2 × 1,1		2,0	2 × 1,0	2,0	37	38	
185	37	26	3,00			2,25	2,0	2 × 1,1		2,5	2 × 1,0	2,0	40	41	
240	37	29	3,25			2,50	2,1	2 × 1,2		2,5	2 × 1,0	2,0	43	44	
310	37	36	3,31			2,50	2,2	2 × 1,2		2,5	2 × 1,0	2,0	46	47	
400	37	36	3,76			2,50	2,3	2 × 1,2		2,5	2 × 1,0	2,0	49	50	
500	37	36	4,20			2,75	2,4	2 × 1,3		3,0	2 × 1,0	2,0	54	55	
625	37	36	4,70			2.75	2,6	2 × 1,3		3,0	2 × 1,0	2,0	58	59	
800	37	36	5,32			3,0	2,8	2 × 1,4		3,0	2 × 1,0	2,0	63	64	
1000	37	36	5,95			3,0	3,0	2 × 1,5		3,0	2 × 1,0	2,0	67	68	

Der Isolationswiderstand der Kabel soll bei Abnahme im Werk mindestens 500 Megohm pro Kilometer bei einer Temperatur von 15° C. betragen. Die Isolationsmessung bei Abnahme in der Fabrik soll auf Verlangen des Abnehmers mit 700 V vorgenommen werden. Auf Verlangen des Fabrikanten müssen hierbei die Oberflächenströme abgefangen werden.

Normalien für Fassungsadern (Bezeichnung FA)

(geeignet zur Installation von Beleuchtungskörpern).

Die Fassungsader besteht aus einem massiven oder mehrdrähtigen Leiter von 0,75 qmm Kupferquerschnitt.

Die Kupferseele ist feuerverzinnt und mit einer vulkanisierten Gummihülle umgeben, deren Wandstärke 0,6 mm betragen soll. Über dem Gummi befindet sich eine Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material, welches auch in geeigneter Weise imprägniert sein kann, und darf der äußere Durchmesser der Ader 2,7 mm nicht übersteigen.

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5%.

Die so bezeichnete Ader ist, wenn 5 m lang, doppelt zusammengedreht, in trockenem Zustande einer halbstündigen Durchschlagsprobe mit 1000 V Wechselstrom zu unterziehen.

Fassungsdoppelader (Bezeichnung FA 2)

(geeignet zur Installation von Beleuchtungskörpern).

Die Fassungsdoppelader besteht aus zwei nebeneinander liegenden nackten Fassungsadern, welche eine gemeinsame Umklöppelung aus Baumwolle haben, die auch imprägniert sein kann.

Die äußersten Dimensionen dürfen 5,4 mm nicht übersteigen.

Die Toleranz der Dimensionen beträgt 5%.

Die so bezeichnete Fassungsdoppelader ist in trockenem Zustande einer halbstündigen Durchschlagsprobe mit 1000 V Wechselstrom zu unterziehen.

Normalien für Pendelschnur (Bezeichnung PL)

(geeignet zur Installation von Schnurzugpendeln).

Die Pendelschnur hat einen Kupferquerschnitt von 0,75 qmm. Die Kupferseele besteht aus feuerverzinnten Drähten von höchstens 0,3 mm Durchmesser, welche miteinander verseilt sind. Die Kupferseele ist mit Baumwolle umsponnen und darüber mit einer vulkanisierten Gummihülle von 0,6 mm Wandstärke umgeben. Zwei Adern sind mit einer Tragschnur oder einem Tragseilchen aus geeignetem Material zu verseilen und erhalten eine gemeinsame Umklöppelung aus Baumwolle, Hanf, Seide oder ähnlichem Material. Die Tragschnur oder das Tragseilchen können auch doppelt zu beiden Seiten der Adern angeordnet werden. Wenn das Tragseilchen aus Metall hergestellt ist, muß es umsponnen oder umklöppelt sein. Die gemeinsame Umklöppelung der Schnur kann wegfallen, doch müssen die Gummiadern dann einzeln umflochten werden.

Die so bezeichnete Pendelschnur soll in trockenem Zustande einer Wechselspannung von 1000 V widerstehen.

Die Pendelschnüre für Zugpendel u. s. w. müssen so biegsam sein, daß einfache Schnüre um Rollen von 25 mm Durchmesser und doppelte um Rollen von 35 mm Durchmesser ohne Nachteil geführt werden können.

Normalien für die Konstruktion und Prüfung von Gummiaderleitungen für Hochspannung

(geeignet zur festen Verlegung).

Die Hochspannungsleitungen sind mit massiven oder mehrdrähtigen Leitern in Querschnitten von 1 bis 500 qmm zulässig.

Die Kupferseele ist feuerverzinnt und mit einer wasserdichten, vulkanisierten Hülle zu umgeben. Dieselbe muß bei Spannungen von mehr als 1000 V aus mehreren Lagen Gummi hergestellt sein.

Die Beschaffenheit der Gummihülle muß eine derartige sein, daß die Leitungen nach 24-stündigem Liegen unter

Wasser, dessen Temperatur 25° C nicht übersteigen darf, einer mindestens einstündigen Einwirkung eines Wechselstromes, dessen Spannung aus der nachstehenden Tabelle hervorgeht, widerstehen.

Die Prüfspannungen sollen betragen:

Betriebsspannung Volt	Prüfspannung Volt
1000	2000
2000	4000
3000	6000
4000	8000
5000	9000
6000	10000
7000	12000
8000	13000
10000	15000
12000	18000

Jede Leitung muß über dem Gummi von einer Hülle gummierten Bandes umgeben sein. Als Einzelleitung verwendet, muß dieselbe außerdem eine imprägnierte Umklöppelung erhalten. Bei Mehrfachleitungen kann die Umklöppelung gemeinsam sein und können Mehrfachleitungen auch eine gemeinsame Hülle von Metalldrähten (Geflecht, Umwickelung) erhalten.

Hochspannungsleitungen führen die Bezeichnung GA. Die für dieselben zulässige höchste Spannung ist als Index anzufügen.

Normalien für konzentrische, bikonzentrische und verseilte Mehrleiterkabel mit und ohne Prüfdraht.

(Toleranz 5% für sämtliche Dimensionen mit Ausnahme der Länge, der Isolationsstärke und der im Leitungswiderstand oder der Leitungsfähigkeit ausgedrückten Querschnitte.)

Die Drähte der Außenleiter bei konzentrischen und bikonzentrischen Kabeln sind derart zu wählen, daß dieselben einen möglichst geschlossenen Leiter bilden. Schwächer als 0,8 mm Durchmesser dürfen die Drähte jedoch nicht sein.

Kupfer-querschnitte der Einzelleiter	Mindestzahl der Drähte			Prüfdrähte	Isolierhülle für Kabel bis 700 V.	
	des Innenleiters bei konzentrischen Kabeln Kabel		in jedem kreisförmigen Leiter b. den verseilten Kabeln	Querschnitt der Kupferseele	Konstruktion	Mindeststärke zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Blei (Toleranz 0,25 mm)
qmm	ohne Prüfdrähte	mit Prüfdrähten		qmm		mm
1	—	—	1	1	Imprägnierte Papier- oder Faserisolation	2,3
1,5	—	—	1			2,3
2,5	—	—	1			2,3
4	—	—	1			2,3
6	—	—	1			2,3
10	1	—	1			2,3
16	1	—	7			2,3
25	7	6	7			2,3
35	7	6	7			2,3
50	19	6	19			2,3
70	19	13	19			2,3
95	19	13	19			2,3
120	19	13	19			2,3
150	19	18	37			2,3
185	37	26	37			2,5
240	37	29	37			2,5
310	37	36	61			2,8
400	37	36	—			2,8

Konzentrische und bikonzentrische Kabel sind nur für Spannungen bis 3000 V zulässig.

Die Prüfspannungen der Kabel werden wie folgt festgesetzt:

Die Spannung bei der Prüfung in der Fabrik soll das Doppelte, jene bei der Prüfung nach fertiger Verlegung das 1,25-fache der Betriebsspannung betragen.

Den Bedingungen ist genügt, wenn die Kabel in der Fabrik nach einhalbstündiger Spannung und im fertig verlegten Netz nach einstündiger Spannung mit den vorgeschriebenen Spannungen in Wechselstrom- bezw. bei den Dreifachkabeln in Drehstromschaltung nicht durchschlagen. Der Isolationswiderstand soll sich nach der Hochspannungsprobe nur so viel verändern, als etwaige Erwärmungen mit sich bringen.

Kupferwiderstand siehe Kupfernormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Der Isolationswiderstand soll mindestens 500 Megohm pro Kilometer bei 15° C betragen und ist so zu verstehen, wenn ein Leiter gegen die anderen und Bleimantel bezw. Erde gemessen wird. Messungen bei anderer Temperatur als 15° C und Umrechnungen auf 15° C sind zulässig, solange die umzurechnenden Werte zwischen dem 0,5- bis 2-fachen der normalen Werte liegen. — Die Isolationsmessung bei Abnahme in der Fabrik soll auf Verlangen des Abnehmers mit 700 V vorgenommen werden. Auf Verlangen des Fabrikanten müssen hierbei die Oberflächenströme abgefangen werden.

Die Stärken der Bleimäntel und der Eisenbandarmierung.

Durchmesser der Kabelseele unter dem Bleimantel	Bleimantel		Bespinnung des Bleimantels	Blechstärke der Armierung
	einfach	doppelt		
mm	mm	mm	mm	mm
10	1,5	2 × 0,9	2	2 × 0,8
12	1,6	2 × 0,9	2	2 × 0,8
14	1,7	2 × 1,0	2	2 × 0,8
16	1,7	2 × 1,1	2	2 × 0,8
18	1,8	2 × 1,1	2	2 × 0,8
20	1,9	2 × 1,1	2,5	2 × 1,0
23	2,0	2 × 1,2	2,5	2 × 1,0
26	2,1	2 × 1,2	2,5	2 × 1,0
29	2,2	2 × 1,2	2,5	2 × 1,0
32	2,3	2 × 1,3	2,5	2 × 1,0
35	2,4	2 × 1,3	2,5	2 × 1,0
38	2,6	2 × 1,3	3	2 × 1,0
41	2,7	2 × 1,4	3	2 × 1,0
44	2,8	2 × 1,4	3	2 × 1,0
47	3,0	2 × 1,5	3	2 × 1,0
50	3,2	2 × 1,6	3	2 × 1,0
54	3,2	2 × 1,6	3	2 × 1,0
58	3,4	2 × 1,7	3	2 × 1,0
62	3,4	2 × 1,7	3	2 × 1,0
66	3,6	2 × 1,8	3	2 × 1,0
70	3,6	2 × 1,8	3	2 × 1,0

Die Stärken der Isolationsschichten zwischen den Leitern unter sich und zwischen den Leitern und Blei werden bei den Kabeln höherer Spannungen, also über 700 V, dem Ermessen des Fabrikanten überlassen. Keinesfalls dürfen die Stärken geringer sein, als für die Kabel für 700 V festgelegt ist.

Die Stärken der Bleimäntel und der Eisenbandarmierung richten sich nach der Tabelle auf S. 12.

Die Bespinnung über der Armierung muß derart ausgeführt werden, daß eine gute Deckung vorhanden ist.

Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Vereins Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 683.

Die nachstehenden Vorschriften finden Anwendung auf die Prüfung von Installationsmaterial, welches bei normaler Verwendung einer Spannung bis zu 500 V ausgesetzt ist, soweit hierfür anderweitige Bedingungen nicht besonders angegeben oder vereinbart sind.

Allgemeines in Bezug auf Materialprüfung.

Die Prüfung zerfällt in zwei Teile.

a) Die Feststellung, ob die Konstruktion und Materialbeschaffenheit mit den Sicherheitsvorschriften und Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker übereinstimmt.

b) Die experimentelle Feststellung der Brauchbarkeit.

Dosen-Aus- und Umschalter.

Zu a) Konstruktion und Material.

§ 1. Die stromführenden Teile müssen auf Unterlagen montiert sein, die nicht hygroskopisch und nicht brennbar sind. Als nicht brennbar gilt ein Körper, der, in der verwendeten Form auf eine Temperatur von 100° C gebracht und entzündet, nicht von selbst weiterbrennt. Gehäuse und Griffe müssen entweder aus Isoliermaterial bestehen oder mit einer haltbaren Schicht von Isoliermaterial überzogen oder ausgekleidet sein.

§ 2. Die Schalter müssen Momentschalter sein, d. h. die Stromunterbrechung muß durch eine plötzlich eintretende Bewegung des Kontaktstückes erfolgen. Die Kontakte sollen Schleifkontakte sein.

§ 3. Vakat.

§ 4. Die normale Stromstärke für Dauerbetrieb und die zugehörige Spannung sind so zu vermerken, daß die Schrift im montierten Zustande bei abgenommener Kappe leicht zu erkennen ist. Die Angaben können auf dem festen Teil des Schalters in Bruchform erfolgen, wobei die Stromstärke im Zähler, die Spannung im Nenner steht. Für Bezeichnung auf dem Sockel im Innern ist Gummistempel zulässig.

§ 5. Als normale Stromstärken gelten 2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 100 A. Für Wechselschalter und Umschalter gilt in beschränkter Weise auch 1 A.

§ 6. Als normale Spannungen gelten 125, 250, 500 V.

§ 7. Der Schalter muß so konstruiert sein, daß sein Anschluß an die Leitung durch Schrauben bewirkt wird.

§ 8. Sämtliche Schrauben, welche Kontakte vermitteln, müssen ihr Muttergewinde in Metall haben.

§ 9. Dient der Griff des Schalters zugleich zur Befestigung des Gehäuses auf dem Sockel, so muß er derart auf seiner Achse befestigt sein, daß er sich beim Rückwärtsdrehen nicht ohne weiteres abschrauben läßt.

Zu b) Experimentelle Untersuchung.

§ 10. Der Schalter muß, in eingeschalteter Stellung, gegen die Befestigungsschrauben, gegen eine am Griff angebrachte Stanniolumwickelung und gegen das Gehäuse, ferner in ausgeschalteter Stellung zwischen seinen Klemmen eine Überspannung von 1000 V Wechselstrom über die auf ihm vermerkte höchste Betriebsspannung 5 Minuten lang aushalten.

§ 11. Die Kontaktteile der Schalter dürfen nach einstündiger Belastung bei geschlossenem Gehäuse keine übermäßige Temperatur annehmen. Als Belastung für diesen Versuch gilt bei Schaltern bis 10 A das 1,5-fache und bei Schaltern über 10 A das 1,25-fache der höchsten auf dem Schalter verzeichneten Stromstärke. Die Temperatur gilt als übermäßig, wenn es gelingt, eine Stelle zu finden, an der ein Kügelchen reinen Bienenwachses, das vorher auf die Stelle gelegt wurde, nach Beendigung des Versuches zerschmolzen ist.

§ 12. Um die mechanische Haltbarkeit des Schalters zu prüfen, wird er mittels Antriebsvorrichtung, aber ohne Strom zu führen, in fünf oder mehr Stunden 5000mal eingeschaltet und 5000mal ausgeschaltet. Schmierung vor dem Versuch ist zulässig. Nach Beendigung dieses Versuches muß der Schalter für den in § 13 vorgeschriebenen Versuch noch brauchbar sein.

§ 13. Um festzustellen, daß bei rasch wiederholtem Gebrauch des Schalters sich kein dauernder Lichtbogen bildet, ist der Schalter bei den auf ihm verzeichneten Spannungen und den entsprechenden Stromstärken, welche um den in der Tabelle angegebenen Prozentsatz zu erhöhen sind, bei induktionsfreier Belastung in Tätigkeit zu setzen und zwar mit geschlossenem Gehäuse.

Die Versuchsdauer ist 3 Minuten und in dieser Zeit ist die in nachstehender Tabelle angegebene Zahl von Stromunterbrechungen vorzunehmen.

Größe des Schalters . . .	bis 10 A	15 bis 40 A	60 bis 100 A
Die den Spannungen entsprechenden Stromstärken sind zu steigern um %	30	25	20
Zahl der Ausschaltungen in 3 Min.	90	60	30

Glühlampenfassungen mit und ohne Hahn.

Zu a) Konstruktion und Material.

§ 14. Die stromführenden Teile müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein.

Isoliermaterialien, die brennbar (vgl. § 1) oder hygroskopisch sind oder bei einer Temperatur von 300° eine Formveränderung erleiden, dürfen im Innern der Fassung nicht verwendet werden.

§ 15. Fassungen für Spannungen über 250 V dürfen keinen Hahn haben.

§ 16. Die Hähne müssen Momentschalter sein (vgl. § 2). Der Griff des Hahnes muß, wenn ausgeschaltet, rechtwinklig zur Mittellinie der Fassung stehen.

§ 17. Die Fassung muß so konstruiert sein, daß die Verbindung der Kontakte mit den Zuleitungen durch Schrau-

ben erfolgt und daß eine Berührung zwischen beweglichen Teilen des Schalters und den Zuleitungsdrähten ausgeschlossen ist. Sämtliche Schrauben, welche Kontakte vermitteln, müssen ihr Muttergewinde in Metall haben. Der Hahngriff darf aus Metall bestehen, muß aber von den Spannung führenden Teilen isoliert sein.

Zu b) Experimentelle Untersuchung.

§ 18. Die Fassung muß, in eingeschalteter Stellung, eine Wechselspannung vom doppelten Betrag der Betriebsspannung, mindestens aber 750 V 5 Minuten lang aushalten und zwar

a) zwischen den einzelnen Kontakten,

b) zwischen jedem Spannung führenden Kontakt und dem Gehäuse,

c) zwischen jedem Spannung führenden Kontakt und dem Hahngriff,

d) zwischen den Kontakten des Hahnes in ausgeschalteter Stellung.

§ 19. Um die mechanische Haltbarkeit des Hahnschalters zu prüfen, wird wie in § 12 verfahren.

§ 20. Um die allgemeine Gebrauchsfähigkeit der Hahnfassung zu prüfen, wird ein induktionsfreier Widerstand von 150 Ω angeschlossen und bei 250 V in 3 Minuten 90mal ein- und 90mal ausgeschaltet.

Stöpselsicherungen bis zu 60 A.

Zu a) Konstruktion und Material.

§ 21. Die Strom führenden Teile von Sockel und Einsatz müssen auf Unterlagen montiert sein, die nicht hygroskopisch und nicht brennbar (vgl. § 1) sind und bei einer Temperatur von 300° C eine Formveränderung nicht erleiden.

§ 22. Der Sockel muß so konstruiert sein, daß sein Anschluß an die Leitung durch Schrauben bewirkt wird. Sämtliche Schrauben, welche Kontakte vermitteln, müssen ihr Muttergewinde in Metall haben.

§ 23. Die Normalstromstärke und die Maximalspannung sind auf dem Schmelzeinsatz zu verzeichnen.

§ 24. Als normale Stromstärken gelten 2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 60 A.

§ 25. Als normale Spannungen gelten 125, 250, 500 V.

§ 26. Stöpselsicherungen von 6 A aufwärts müssen in dem Sinne unverwechselbar sein, daß eine fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken ausgeschlossen ist.

§ 27. Der Berührung zugängliche Metallteile des Sockels und des Einsatzes müssen von unter Spannung stehenden Teilen isoliert sein.

Zu b) Experimentelle Untersuchung.

§ 28. Die Sicherung muß bei eingesetztem Stöpsel gegen die Befestigungsschrauben und gegen die der Berührung zugänglichen Metallteile am Sockel und Stöpsel, ferner nach herausgenommenem Stöpsel zwischen den Kontakten eine Spannung von 1000 V Wechselstrom über die Betriebsspannung 5 Minuten lang aushalten.

§ 29. Sicherungen sind hinsichtlich ihres Funktionierens mit Gleichstrom zu prüfen. Als Stromquelle dient entweder eine Dynamomaschine oder eine Batterie, oder beides. Von der Stromquelle führen zwei Leitungen zu den Anschlußpunkten der Sicherung. In diese Leitungen ist einzusetzen ein Schalter und ein regulierbarer Widerstand, der kurzgeschlossen werden kann. Die Sicherung wird jenseits des Schalters und des regulierbaren Widerstandes als Kurzschluß zu den Leitungen angeordnet. Die Spannung zwischen den Anschlußklemmen des offenen Schalters muß um 10% höher sein als die normale Betriebsspannung, für welche die Sicherung bestimmt ist. Sicherungen sind zu prüfen sowohl bei plötzlichem Kurzschluß als auch bei allmählich anwachsendem Strom.

§ 30. Für die Prüfung bei Kurzschluß gelten folgende Vorschriften:

Die Leistungsfähigkeit der Stromquelle und der Widerstand der Zuleitungen sind so zu bemessen, daß im Augenblick des Abschmelzens der Sicherung der gesamte Spannungsabfall von Stromquelle und Zuleitungen 1% nicht übersteigt. Diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn unter Ersatz der Sicherung durch einen zweiten regulierbaren Widerstand der durch ihn fließende Strom das 20fache des normalen Betriebsstromes der Sicherung, mindestens aber 400 A beträgt

und gleichzeitig die Spannung an den Anschlußklemmen dieses Widerstandes nicht kleiner ist als die normale Betriebsspannung, für welche die Sicherung bestimmt ist.

Sind Stromquelle und Leitungen den hier angegebenen Bedingungen entsprechend bemessen, so wird der Schalter geöffnet, der zweite Widerstand entfernt und an seine Stelle die Sicherung eingesetzt. Bei Schluß des Schalters muß diese abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen zu erzeugen und ohne gefährliche Explosionserscheinungen hervorzurufen.

§ 31. Für die Prüfung bei allmählich ansteigendem Strom gelten folgende Vorschriften: Der in § 30 erwähnte Widerstand wird entfernt und der in § 29 erwähnte Widerstand wird benutzt zur Regulierung der Stromstärke.

Sicherungen bis einschließlich 50 A Normalstärke müssen mindestens die $1^1/_4$fache Normalstromstärke dauernd tragen können. Vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens 2 Minuten abschmelzen.

Steckkontakte bis 6 A.

Zu a) Konstruktion und Material.

§ 32. Die stromführenden Teile müssen auf Unterlagen montiert sein, die bei Dose und Stecker nicht hygroskopisch und bei Dose auch nicht brennbar (vgl. § 1) sind und bei einer Temperatur von 300° C keine Formveränderung erleiden. Das Gehäuse der Dose und der Handgriff des Steckers muß aus Isoliermaterial bestehen, oder mit einer haltbaren Schicht von Isoliermaterial überzogen oder ausgekleidet sein. Eine Ausnahme machen Stecker und Dosen für Anlagen mit geerdetem und in den Installationen blank durchgeführtem Mittelleiter, sofern dieser an das Gehäuse und den Stecker metallisch angeschlossen und der letztere so eingerichtet ist, daß eine Vertauschung der Pole unmöglich ist. Die normale Stromstärke für Dauerbetrieb und die zugehörige Spannung müssen auf Dose und Stecker vermerkt sein.

§ 33. Als normale Spannungen gelten 125, 250 und 500 V.

§ 34. Dose und Stecker müssen so konstruiert sein, daß der Anschluß an die Leitungen durch Schrauben bewirkt wird. Schrauben, welche Kontakte vermitteln, müssen ihr

Muttergewinde in Metall haben. Nach Einsetzen des Steckers dürfen keine unter Spannung stehende Metallteile von außen zugänglich sein.

§ 35. Doppelpolige Sicherungen für 2, 4 oder 6 A dürfen in den Dosen untergebracht werden. Der Kontakt darf nicht durch weiches oder plastisches Material vermittelt werden, sondern es müssen die Schmelzeinsätze mit Backen aus Kupfer, Messing oder gleichartigem Metall versehen sein.

Zu b) Experimentelle Untersuchung.

§ 36. Der Steckkontakt muß bei eingesetztem Stecker eine Wechselspannung von 1000 V über die Betriebsspannung gegen die Befestigungsschrauben 5 Minuten lang aushalten und ebenso gegen eine an seinem Griff angebrachte Stanniolumwickelung.

Bei ausgezogenem Stecker müssen die Kontakthülsen gegeneinander und ebenso die Kontaktstifte gegeneinander 1000 V Wechselspannung über die Betriebsspannung 5 Minuten lang aushalten.

§ 37. Um die mechanische Brauchbarkeit des Steckkontaktes zu prüfen, ist der Stecker 100mal stromlos einzusetzen. Nach dieser Probe muß er sich ebenso sicher einschieben lassen und ebenso fest sitzen wie vorher.

§ 38. Die Sicherungen in den Dosen sind nach §§ 29 bis 31 zu prüfen.

Steckkontakte über 6 A.

Zu a) Konstruktion und Material.

§ 39. Die stromführenden Teile müssen auf Unterlagen montiert sein, die bei Dose und Stecker nicht hygroskopisch und bei Dose auch nicht brennbar (vgl. § 1) sind und bei einer Temperatur von 300° C keine Formveränderung erleiden. Dose und Stecker müssen aus Isoliermaterial bestehen oder mit einer haltbaren Schicht von Isoliermaterial überzogen oder ausgekleidet sein. Die normale Stromstärke für Dauerbetrieb und die zugehörige Spannung müssen auf Dose und Stecker vermerkt sein. Im übrigen finden die §§ 34, 35 sinngemäße Anwendung.

§ 40. Die Stecker müssen so konstruiert sein, daß sie nicht in Dosen für höhere Stromstärken eingesetzt werden können.

§ 41. Als normale Stromstärken gelten 10, 15, 20, 30, 40, 60 A.

§ 42. Als normale Spannungen gelten 125, 250, 500 V.

Zu b) Experimentelle Untersuchung.

§ 43. Die Prüfung erfolgt wie in §§ 36, 37, 38 vorgesehen und außerdem ist der Steckkontakt eine Stunde lang mit dem Anderthalbfachen des auf ihm verzeichneten Betriebsstromes zu belasten und darf dabei nicht so heiß werden, daß der Stift unmittelbar nach Herausziehen reines Bienenwachs zum Schmelzen bringen kann.

Normalien für Glühlampenfüße und Fassungen mit Bajonettkontakt.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Vereins Deutscher Elektrotechniker zu Kiel im Jahre 1900. Veröffentlicht: ETZ 1899. S. 330.

1. a_1, der Drehwinkel zwischen den Bajonettstiften und den Kontaktplättchen des Lampenfußes sei ein Rechter. (Eine Genauigkeitsgrenze wurde hierbei nicht festgesetzt.)

2. A, der Abstand zwischen den äußersten Teilen der Kontaktplättchen in der durch 1 bestimmten Richtung, soll wenigstens 14 mm betragen.

3. a, der Abstand der Kontaktplättchen voneinander und ihr Abstand vom Metallring oder, falls ein solcher nicht vorhanden, von der zylindrischen Begrenzung des Lampenfußes soll wenigstens 3 mm betragen. (Eine bestimmte Form der Kontaktplättchen soll im übrigen nicht vorgeschrieben werden — vgl. Fig. 1, S. 23 oben.)

4. s, die Stärke der Bajonettstifte, soll 1,5 bis 2 mm,

5. l, ihre Länge, 2,5 bis 3 mm betragen.

6. H, der Hals des Lampenfußes, soll von der Kontaktfläche an wenigstens 14 mm lang zylindrisch verlaufen.

7. h, die Höhe der Anschlagkante der Bajonettstifte von der Kontaktfläche ab gemessen, soll 6 bis 7 mm ausmachen.

8. d, der Außendurchmesser des Lampenfußes, soll 21 bis 22 mm betragen.

(Dieser weite Spielraum wurde namentlich mit Rücksicht auf die Herstellung der Lampensockel aus Porzellan — ohne Messingring — angenommen.)

9. D, der Innendurchmesser der Fassung, soll 22,25 bis 22,5 mm betragen.

10. r, die Randbreite des Fassungsmantels von der Anschlagkante des Bajonetts ab, soll 4 bis 5 mm hoch sein.

11. z, die Zahnhöhe des Bajonetts, sei 1 bis 1,5 mm.

12. *b*, die Breite des Bajonettschlitzes, soll wenigstens 2,5 mm betragen.

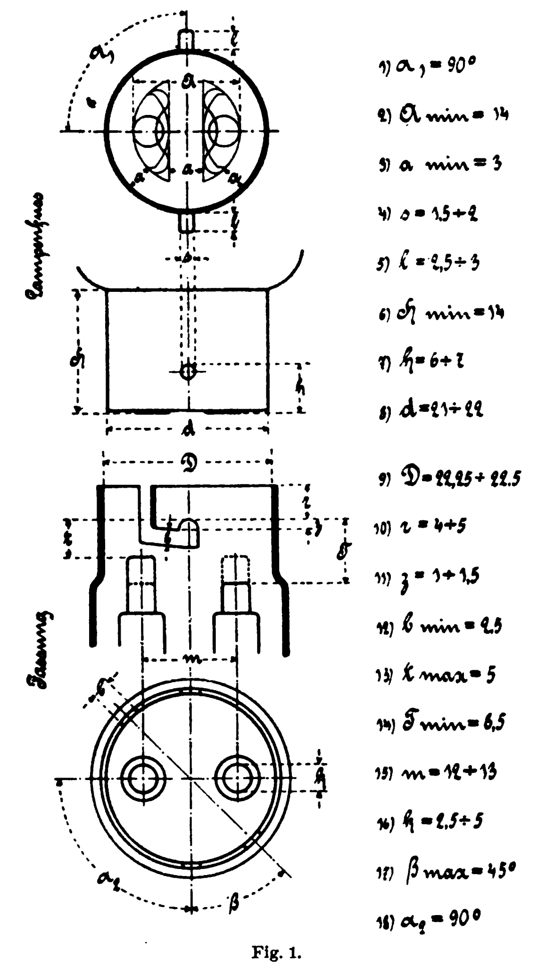


Fig. 1.

13. *t*, die Tiefe der frei gelassenen Kontaktstifte („Pistons"), von deren Ende bis zur Anschlagkante des Bajonetts, soll höchstens 5 mm betragen.

14. T, die Tiefe der zurückgedrückten Kontaktstifte, ebenso gemessen, soll wenigstens 8,5 mm betragen.

15. m, der Mittenabstand der Kontaktstifte, betrage 12 bis 13 mm.

16. k, der Durchmesser der Kontaktstifte, sei 2,5 bis 5 mm.

17. β, der Drehwinkel von der Richtung der Bajonettstifte — bei eingesetzter Glühlampe — bis zu den Einführungsschlitzen am Rande des Fassungsmantels, soll höchstens 45° betragen.

18. α_2, der Drehwinkel zwischen derselben Richtung und der Verbindungslinie der Kontaktstifte soll einen Rechten ausmachen. (Eine Genauigkeitsgrenze wurde auch hier nicht festgesetzt.)

Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edison-Gewindekontakt.*)

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Hannover im Jahre 1900.

Im Nachstehenden und in den zugehörigen Figuren bedeuten die Indices „l“ und „f“ „Lampenfuß“ und „Fassung“.

In den Fig. 1 bis 4 sind die Kaliberlehren mit ihren wesentlichen Abmessungen dargestellt worden und zwar in

Hauptlehre für den Lampenfuss

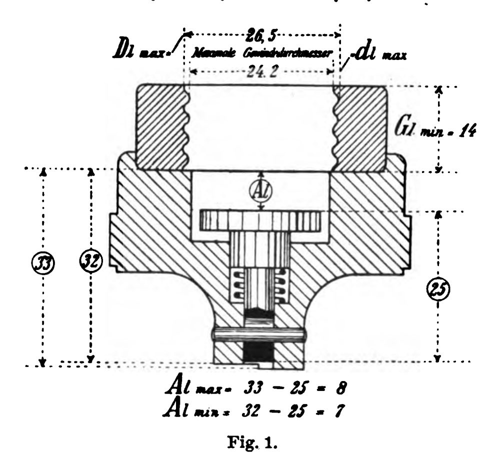


Fig. 1.

Fig. 1 und 2 die beiden Hauptlehren für den Lampenfuß und für die Fassung, und in Fig. 3 und 4 die beiden zugehörigen Hilfslehren.

Die Fig. 3a und 4a zeigen dieselben Kaliberlehren in Schaubildern natürlicher Größe.

Die Hauptlehren dienen zur Prüfung fast sämtlicher

---

*) Auszug eines von Herrn R. Hundhausen im Auftrage der Kommission in der ETZ 1900, Heft 45 veröffentlichten Artikels.

Maße; insbesondere werden durch sie bedingt die größt-zulässige Stärke des Lampenfußes (Fig. 1) und die kleinst-zulässige Weite der Fassung (Fig. 2), so daß ihnen entsprechende Erzeugnisse jedenfalls leicht ineinander gehen. Damit dieselben aber auch ordnungsmäßig ineinander passen, d. h. mit einer ausreichenden Überdeckung der Gewindegänge sich gut ineinanderschrauben lassen, ohne daß die Gefahr eines Herausfallens der Lampe aus der Fassung ein-

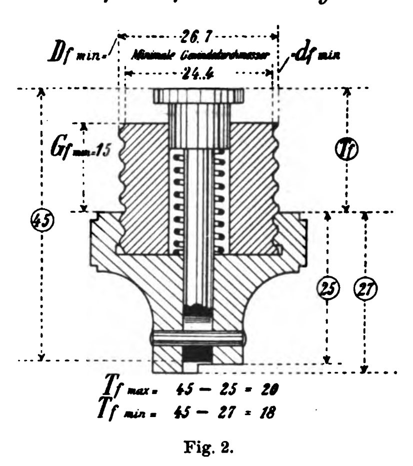


Fig. 2.

tritt, müssen sie außerdem noch den Hilfslehren entsprechen, welche den kleinst-zulässigen Außendurchmesser des Lampenfußes (Fig. 3) und den größt-zulässigen Innendurchmesser der Fassung (Fig. 4) angeben. Streng genommen sind bei diesen Werten die zulässigen Grenzen bereits überschritten; deshalb sind die Aufschriften angebracht (Fig. 3): „Lampenfuß zu klein“, ergänze: „wenn er sich in diesen Zylinderring einstecken läßt“, und (Fig. 4): „Fassung zu weit“, ergänze: „wenn sich dieser zylindrische Bolzen in sie einstecken läßt“.

Da nun beim dauernden Gebrauch namentlich die Gewindeteile der Kaliberlehren einer verhältnismäßig starken Abnutzung ausgesetzt sind, so wird auf letztere von vornherein

bei Anfertigung der Lehren Rücksicht genommen. Die Gewindeteile werden nämlich, da sie an ihrem oberen Ende

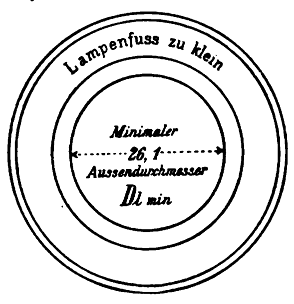


Fig. 3.

stärkerer Abnutzung unterworfen sind als am unteren, zum Umwenden eingerichtet, wie die Fig. 1 und 2 erkennen

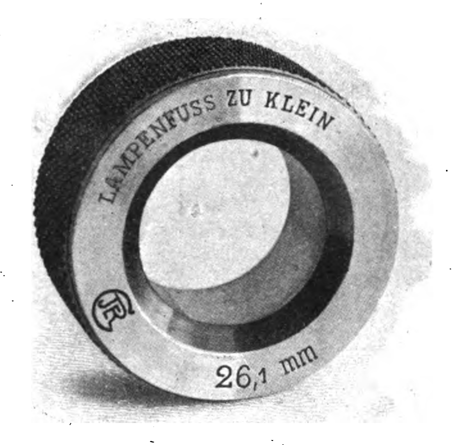


Fig. 3 a.

lassen. Außerdem wird für Abnutzung durchwegs 0,05 mm im Durchmesser zugegeben. Um diesen kleinen Betrag können also die Gewindedurchmesser der Hauptlehren und somit auch die ihnen entsprechenden Durchmesser der durch sie

geprüften Erzeugnisse verschieden sein; bei stärkerer Abnutzung dagegen würden die Kaliber als unbrauchbar anzusehen sein.

In Fig. 5 sind diese Verhältnisse in proportionaler Vergrößerung dargestellt. Diese Zeichnung läßt auch erkennen,

Hülfslehre für die Fassung

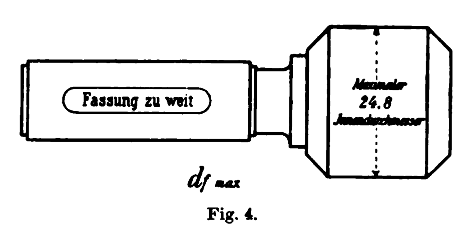


Fig. 4.

daß die Lehren nicht nur „neu“ (Fig. 5 oben), sondern selbst „nach stärkst-zulässiger Abnutzung“ (Fig. 5 in der Mitte) immer noch völlige Gewähr bieten für leichtes In-



Fig. 4a.

einanderpassen der Erzeugnisse, da ihre Begrenzung von dem idealen Gewinde (Fig. 5 unten), bei welchem sich Lampenfuß und Fassung mit ihren vollen Gewindeflächen berühren würden, noch um 0,05 mm im Durchmesser entfernt bleiben.

Die Fig. 5 zeigt außerdem das vorgeschriebene Gewindeprofil der Kaliberlehren, welches aus zwei unmittelbar

tangential ineinander übergehenden Kreisbögen zusammengesetzt und mit Radien von 0,95 und 1,05 mm beschrieben

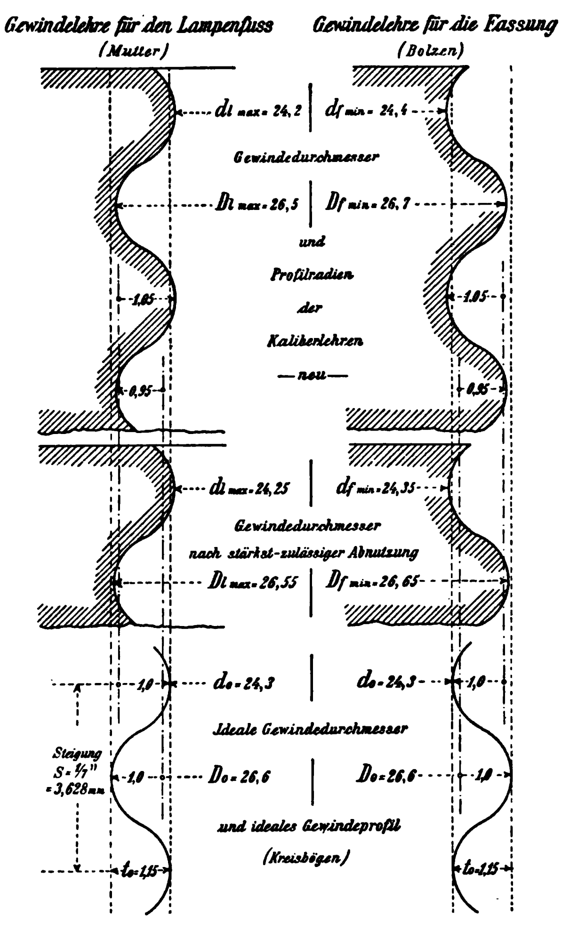


Fig. 5.

ist, so daß es zu dem idealen Gewindeprofil, bei welchem die Radien beide gleich 1,0 mm sind, äquidistant verläuft.

Die Gewindetiefe ist bei den neuen Lehren, ebenso wie bei dem idealen Profil,

$$t_0 = 1{,}15 \text{ mm}.$$

Auch die Steigung des Gewindes soll bei der praktischen Ausführung sowohl der Kaliber als auch der Erzeugnisse

$$S = {}^1/_7{}'' = 3{,}628 \text{ mm}$$

betragen, d. h. es gehen 7 Gänge auf einen englischen Zoll.

Fig. 6 zeigt einen Lampenfuß in einer quer durchschnittenen Fassung und daneben zu beiden Seiten oben

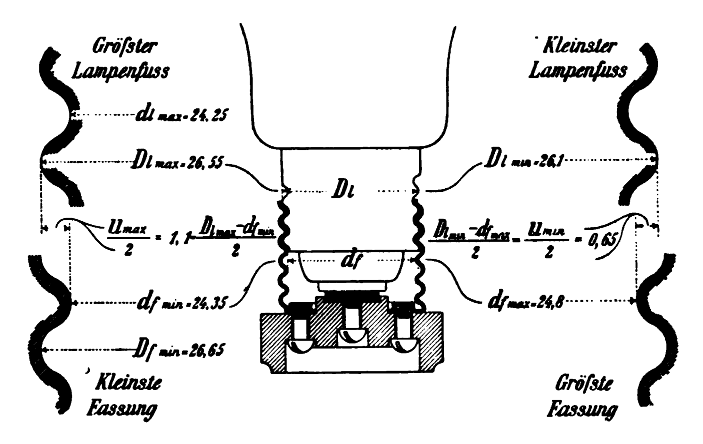


Fig. 6.

und unten Gewindestücke von jenem und dieser in den äußerst möglichen Zusammenstellungen, wobei die Maße der größten und kleinsten radialen Überdeckung zwischen den Gewindegängen von Lampenfuß und Fassung hervortreten:

$$\frac{u_{max}}{2} = 1{,}1 \text{ und } \frac{u_{min}}{2} = 0{,}65.$$

Letzterer Wert würde dann zutreffen, wenn sowohl der Lampenfuß als auch die Fassung gerade nur noch soeben den Hilfslehren (Fig. 3 und 4) Genüge täten.

Während nun die bisher behandelten Maße sich ausschließlich auf die Gewinde und insbesondere auf deren Durchmesser bezogen, sei bezüglich der in den Fig. 7

und 8 dargestellten axialen Maße noch erwähnt, daß diese vermittelst der Hauptlehren (Fig. 1 und 2) zu prüfen sind: Die Gewindehöhen (G) sind durch die Mutter bezw. den Gewindebolzen und die sie begrenzenden Anschlagflächen zu kontrollieren, während der Abstand (A_l) zwischen dem Mittelkontakt und der Unterkante der Gewindehülse am Lampenfuß (Fig. 7) und die Tiefe (T_f) der Fassung (Fig. 8) durch die aus den Fig. 1 und 2 ersichtliche Anordnung eines federnden Stiftes von bestimmter Länge in dem durch entsprechende Endflächen begrenzten Lehrenkörper folgendermaßen zu

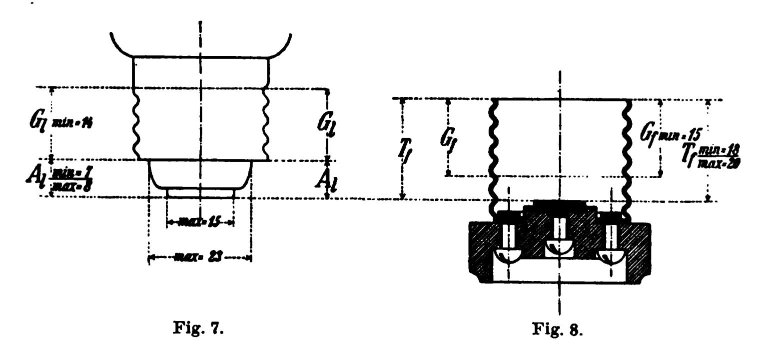


Fig. 7. Fig. 8.

messen sind: das dünnere Ende des Stiftes muß mit der einen oder anderen Grenzfläche der Lehre abschneiden oder zwischen beiden sich befinden, wenn die geprüften Erzeugnisse in Bezug auf jene Maße den Vorschriften entsprechen sollen.

In Fig. 7 sind außerdem noch zwei Maße angegeben:

1. der maximale Durchmesser des Isolierstückes und
2. der des Mittelkontaktes am Lampenfuß.

Ersteres Maß (von 23 mm) wird noch durch den hohlzylindrischen Teil der Hauptlehre (Fig. 1) kontrolliert; dagegen erschien es überflüssig, das letztere Maß (von 15 mm) in den Kalibern besonders zu berücksichtigen.

In den beiden Tabellen 1 und 2 schließlich sind die sämtlichen Zahlenwerte der Normalien (mit Ausnahme der beiden zuletzt erwähnten, sowie der sich auf die Gewindeprofile und die Steigung beziehenden Angaben) in systematischer Weise zusammengestellt worden, und zwar sind in

Tabelle 1.

Zusammenstellung der Gewinde-Durchmesser.

für den Lampenfuß (dargestellt in Fig. 6 oben) rechts	links	Für beide Teile vergl. Fig. 5 unten	für die Fassung (dargestellt in Fig. 6 unten) links	rechts
Minimaler	Maximaler	Idealer	Minimaler	Maximaler
Innen-Durchmesser:				
—	$d_l \max = 24{,}2$*) ÷ 24,25**)	$d_0 = 24{,}3$	$d_f \min = 24{,}4$*) ÷ 24,35**)	$d_f \max = 24{,}8$
Außen-Durchmesser:				
$D_l \min = 26{,}1$	$D_l \max = 26{,}5$*) ÷ 26,55**)	$D_0 — 26{,}6$	$D_f \min = 26{,}7$*) ÷ 26,65**)	—
gemessen durch die				
Hilfslehre Fig. 3 u. 3a	Hauptlehre, Fig. 1	***)	Hauptlehre, Fig. 2	Hilfslehre, Fig. 4 u. 4a

*) Gewinde-Durchmesser der Kaliberlehren — neu — Fig. 5 oben.
**) Desgleichen — nach stärkstzulässiger Abnutzung —, Fig. 5 in der Mitte und Fig. 6.
***) Nur theoretisch vorhandene Maße, vergl. Fig. 5 unten.

Tabelle 2.

Zusammenstellung der axialen Maße.

für den Lampenfuß (dargestellt in Fig. 7)		für die Fassung (dargestellt in Fig. 8)	
Minimale	Maximale	Minimale	Maximale
gangbare Gewindehöhe (G):			
$G_l \min = 14$	—	$G_f \min = 15$	—
Höhe vom Mittelkontakt bis zur			
Unterkante der Gewindehülse (Abstand A_l)		Oberkante der Gewindehülse (Tiefe T_f):	
$A_l \min = 7$	$A_l \max = 8$	$T_f \min = 18$	$T_f \max = 20$
gemessen durch die			
Hauptlehre, Fig. 1		Hauptlehre, Fig. 2	

Tabelle 1 die Gewindedurchmesser und in Tabelle 2 die axialen Maße aufgeführt worden, links für den Lampenfuß, rechts für die Fassung. Bei den Durchmessern sind der Vollständigkeit und der Übersicht halber in der Mitte auch die idealen Maße mit aufgeführt, von denen die praktischen nach beiden Seiten hin um

0,1 *) ÷ 0,05 **) bzw. um 0,5 mm

abweichen. [*) und **) vergl. die bezüglichen Fußnoten bei Tabelle 1.]

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß die Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz einen vollständigen Satz Kaliberlehren nach den vorliegenden Verbandsnormalien unter Garantie der Eichfähigkeit (die Physikalisch-technische Reichsanstalt hat sich zur Prüfung derselben bereit erklärt*) zum Preise von 110 Mark übernommen hat. Die Fig. 3a und 4a zeigen das auf den Lehren eingestempelte Warenzeichen der Firma Reinecker.

*) Näheres siehe ETZ 1901, S. 647.

Normalien für Stöpselsicherungen mit Edisongewinde.

Probeweise auf ein Jahr angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Kassel im Jahre 1904. Veröffentlicht ETZ 1904. S. 686.
Auf ein weiteres Jahr probeweise angenommen auf der Jahresversammlung in Dortmund-Essen im Jahre 1905.

(Gültig für Stromstärken von 2 bis 20 Ampere.)

Das Gewinde entspricht in seinen radialen Abmessungen

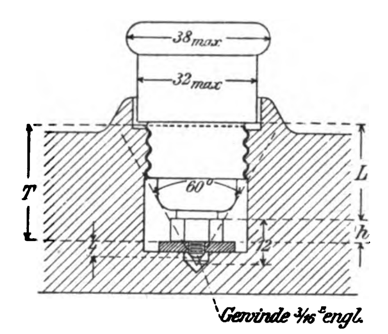


Fig. 1.

den Normalien für Lampenfüße und Fassungen für Edisongewindekontakt.

In den axialen Abmessungen müssen die Stöpsel (Fig. 1) der folgenden Tabelle entsprechen:

Stromstärke	2	4	6	10	15	20	Größte zulässige Abweichung
Idealmaß	31	29	27	25	23	21	
Sollmaß der Stöpsellänge *L*	31,35	29,35	27,35	25,35	23,35	21,35	±0,15
Sollmaß der Sockeltiefe *T*	30,65	30,65	30,65	30,65	30,65	30,65	±0,15
Sollmaß d. Kopfhöhe der Ergänzungsschraube *h* . . .	0	2	4	6	8	10	±0,10

Für die übrigen Stöpseldimensionen gilt folgendes:

Das Unterteil des Stöpselfußes muß innerhalb eines Kegels mit einem Scheitelwinkel von 60° liegen, dessen Scheitel 12 mm unterhalb der Kontaktfläche liegt. Der Unterteil des Fußes darf nicht einen größeren Durchmesser als 23 mm haben. Der Abstand von Kontaktfläche bis zum Ge-

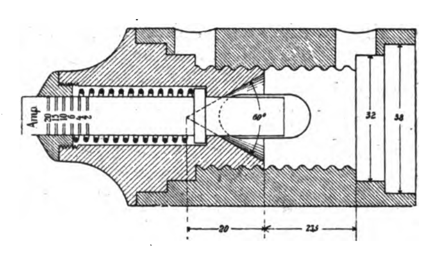


Fig. 2.

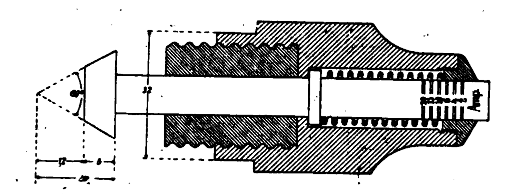


Fig. 3.

windering muß mindestens 8 mm und die Länge des Gewindes mindestens 13 mm betragen.

Der Durchmesser des Wulstes am Kopfe des Stöpsels darf 38 mm nicht überschreiten.

Der Durchmesser des Halses darf 32 mm nicht überschreiten.

Zur Kontrolle der Stöpsel und Sockel sind die Lehren Fig. 2 und 3 zu verwenden.

Normalien für Steckkontakte.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Kiel im Jahre 1900. Veröffentlicht: ETZ 1899. S. 380.

Der Mittenabstand der beiden Kontaktstifte des Stöpsels und der beiden Kontaktbuchsen der Dose ist 18,9 mm, ihr Durchmesser 4,1 mm. Die Buchsen können nach oben etwas weiter gebohrt sein auf etwa 4,15 mm. Die runden zylindrischen Stifte erhalten der Länge nach

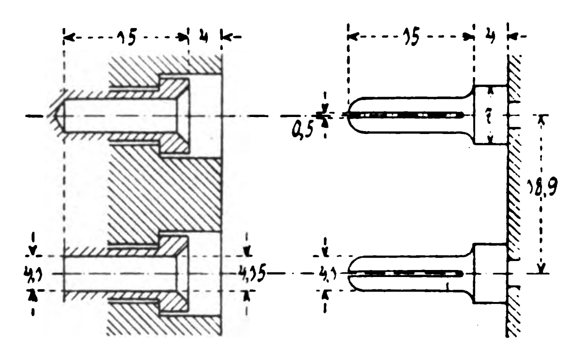


Fig. 1.

einen sie in zwei federnde Zungen teilenden Schlitz von 0,5 mm Breite. Ihre Länge beträgt 15 mm, von dem 4 mm hohen und 7 mm starken Fuß ab gemessen; sie gehen rundlich in diesen über und sind am Ende halbkugelförmig begrenzt. Die Buchsen liegen dementsprechend mit ihrem konisch erweiterten vorderen Ende 4 mm vertieft in dem Isolierkörper und sollen wenigstens 15 mm tief ausgebohrt sein, wofern sie nicht unten offen sind.

Vorschriften für die Lichtmessung an Glühlampen nebst photometrischen Einheiten.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Frankfurt a. M. im Jahre 1898. Veröffentlicht: ETZ 1897. S. 473.

Lichtmessung an Glühlampen.

Unter Leuchtkraft wird die mittlere Leuchtkraft in der zur Lampenachse senkrechten Ebene verstanden*). Sie wird bestimmt mit Hilfe der in Fig. 1 skizzierten Anordnung. Es bedeutet *a b* eine gerade Photometerbank von 2,5 m

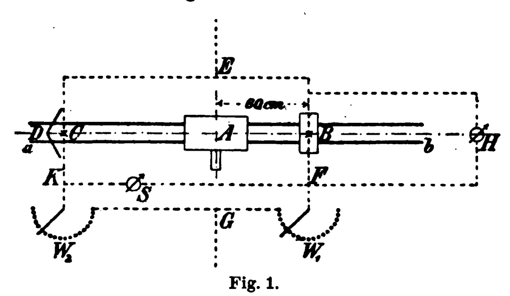


Fig. 1.

Länge, *A* den Photometerkopf, *B* eine Hilfslichtquelle (Vergleichslichtquelle), *C* die zu messende Lampe bezw. die Normallampe, *D* einen Winkelspiegel. *A* und *B* ruhen auf Wagen oder Schlitten und lassen sich miteinander fest verbinden, so daß sie gemeinschaftlich der Lampe *C* genähert oder von ihr entfernt werden können. Die Entfernung zwischen *A* und *B* beträgt 60 cm und muß um 6 cm nach jeder Seite verstellbar sein. Der Winkelspiegel besteht aus zwei quadratischen Stücken guten, ebenen Glas-

*) Man hat Abstand genommen, ein Verfahren zur Bestimmung der mittleren räumlichen Lichtstärke oder des Lichtstromes anzugeben, weil die Messung dieser Größe z. Z. nicht in genügend einfacher Weise ausgeführt werden kann.

spiegels (Silberspiegel) von 13 cm Seitenlänge und 2 bis 5 mm Dicke, welche einen Winkel von 120° einschließen. Er ist mit vertikaler Scheitelkante am Ende *a* der Bank so aufgestellt, daß er zu ihrer Längsachse symmetrisch steht und dem Photometerkopf zugewandt ist. Der Abstand der Scheitelkante von der Achse der Lampe *C* beträgt 9 cm. Die Achse der Lampe *C* soll vertikal stehen; die Endpunkte des Kohlenfadens müssen in einer zur Photometerachse senkrechten Ebene liegen. Die Photometerbank trägt eine nach dem Entfernungsgesetz berechnete Teilung in Kerzen, in der Weise, daß der Nullpunkt dem Scheitel des Winkelspiegels entspricht und der Teilstrich 10 um 1 m von dem Nullpunkt entfernt ist. Die Zehntelkerzen sollen noch durch Teilstriche bezeichnet sein. Mit Hilfe von schwarzen Schirmen, am besten Sammetschirmen, ist zu verhüten, daß fremdes Licht auf den Photometerschirm gelangt. Andererseits darf kein Teil der Lampen oder ihrer Spiegelbilder abgeblendet werden.

Als Normale dienen Glühlampen mit einem Energieverbrauch von $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Watt für eine Kerze, welche ungefähr dieselbe Spannung und genau dieselbe Lichtstärke besitzen, welche die zu messenden Lampen haben sollen. Demnach sind zufolge der Einschränkungen dieser Bestimmungen auf Lampen bestimmter Lichtstärken Normallampen von 10, 16, 25 und 32 Kerzen erforderlich.

Als Hilfsquelle dient eine fehlerfreie Glühlampe von etwa 10 Kerzen und für ungefähr dieselbe Spannung, für welche die zu messenden Lampen bestimmt sind. Es empfiehlt sich, diese Lampe 20 bis 30 Stunden vor Benutzung zu brennen, um die bei neuen Lampen auftretenden Änderungen der Leuchtkraft zu vermeiden.

Zur Ausführung der Spannungsmessung liegen in den parallelen Zweigen *E F G* und *E K G* einerseits die Lampe *B* und der Regulierwiderstand W_1, andererseits die Lampe *C* und der Regulierwiderstand W_2. Bei *K* und *F* ist ein Spannungsmesser *S* für geringe Spannungen angelegt; außerdem liegt an *B* ein technischer Spannungszeiger *H*, welcher dazu dient, der Lampe *B* mit Hilfe von W_1 die vorgeschriebene Spannung zu geben, die Lampe *C* erhält jedesmal die ihr zukommende Spannung, indem man unter Benutzung von W_2

im Spannungsmesser S die entsprechende Spannungsdifferenz zwischen den Lampen C und B herstellt. (Streckersche Methode vgl. Strecker, Hilfsbuch, Jahrg. 1888 S. 267).

Die Lichtmessung geschieht nun folgendermaßen. Zunächst erhält die Hilfslichtquelle B die richtige Spannung mit Hilfe von W_1 und H. Dann wird:

1. bei C die Normale aufgesetzt und mit Hilfe von S und W_2 einreguliert, hierauf wird der Photometerkopf A auf die der Leuchtkraft der Normale entsprechende Entfernung eingestellt und durch Veränderung der Entfernung AB eine photometrische Einstellung ausgeführt. Dann werden AB fest mit einander verbunden.

2. Nun wird bei C an die Stelle der Normale die zu messende Lampe gesetzt und unter Benutzung von S und W_2 einreguliert, d. h. auf die auf der Lampe verzeichnete Spannung eingestellt. Dann wird eine photometrische Messung durch Verschiebung des mit der Lampe B fest verbundenen Photometerkopfes ausgeführt.

Photometrische Einheiten.

1. Die Einheit der Lichtstärke ist die Kerze; sie wird durch die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe dargestellt.

2. Für die photometrischen Größen und Einheiten gibt die nachstehende Tabelle Namen und Zeichen.

Größe		Einheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Lichtstärke	J	Kerze (Hefnerkerze)	HK
Lichtstrom	$\Phi = J\omega = \frac{J}{r^2} S$	Lumen	Lm
Beleuchtung	$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{J}{r^2}$	Lux (Meterkerze)	Lx
Flächenhelle	$e = \frac{J}{s}$	Kerzen auf 1 qcm	—
Lichtabgabe	$Q = \Phi T$	Lumenstunde	—

Dabei bedeuten:

ω einen räumlichen Winkel.

S eine Fläche in qm; s eine Fläche in qcm, beide senkrecht zur Strahlenrichtung.

r eine Entfernung in m.

T eine Zeit in Stunden.

Normalien für die Prüfung von Eisenblech.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht ETZ 1903. S. 684.

Ergänzt durch die Beschlüsse der Jahresversammlung in Dortmund-Essen im Jahre 1905. Veröffentlicht ETZ 1905. S. 720.

1. Der Gesamtverlust im Eisen ist mittels Wattmeter an einer aus mindestens vier Tafeln entnommenen Probe von mindestens 10 kg zu bestimmen, und wird für Bmax = 10000 und 50 Perioden in Watt pro 1 kg und eine bestimmte Temperatur angegeben; diese Zahl, bezogen auf sinusförmigen Verlauf der Spannungskurven, heißt „Verlustziffer“ bei der betreffenden Temperatur.
2. Als normale Blechstärken gelten 0,3 und 0,5 mm; Abweichungen der Blechstärken dürfen an keiner Stelle $\pm$ 10% der vorgeschriebenen überschreiten.
   (Dabei ist gemeint, daß es sich um Abweichungen von meßbarer Ausdehnung handelt, nicht um kleine Grübchen oder Wärzchen, wie sie bei der Fabrikation unvermeidlich sind.)
3. Für die Messungen dient ein magnetischer Kreis, welcher Eisen ausschließlich der zu prüfenden Qualität enthält und der den Ausführungsbestimmungen gemäß zusammengesetzt ist.
4. Als spezifisches Gewicht des Eisens soll 7,77 angenommen werden, soweit keine genauere Bestimmung vorliegt,
5. In Zweifelsfällen gilt Untersuchung durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, und zwar, soweit keine gegenteiligen Bestimmungen vorliegen, bei einer Eisentemperatur von ca. 30° C als maßgebend.
6. Unter „Alterungskoëffizient“ soll die prozentuale Änderung der Verlustziffer nach 600 Stunden Erwärmung auf 100° C verstanden werden.

Ausführungsbestimmungen.

Zur Ausführung der Messung geeignet sind die Apparate nach Epstein, Möllinger und Richter. Es wird empfohlen, bei Garantiebestimmungen die Verlustziffer auf einen dieser Apparate zu beziehen. Wegen der Einzelheiten wird auf die Veröffentlichungen der Herren Epstein*), Gumlich**), Möllinger***) und Richter†) verwiesen.

*) ETZ 1900. S. 303.
**) ETZ 1905. S. 403.
***) ETZ 1901. S. 379.
†) ETZ 1902. S. 491; 1903. S. 341.

Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren.*)

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 684.

Definitionen.

Generator oder Dynamo ist jede rotierende Maschine, die mechanische in elektrische Leistung verwandelt.

Motor ist jede rotierende Maschine, die elektrische in mechanische Leistung verwandelt.

Motorgenerator ist eine Doppelmaschine, bestehend in der direkten mechanischen Kuppelung eines Motors mit einem Generator.

Umformer ist eine Maschine, bei welcher die Umformung des Stromes in einem gemeinsamen Anker stattfindet.

Wird im folgenden das Wort elektrische Maschine oder Maschine schlechthin gebraucht, so ist darunter, je nach dem Zusammenhang, einer der vorgenannten Gegenstände zu verstehen.

Anker ist bei elektrischen Maschinen derjenige Teil, in welchem durch die Einwirkung eines magnetischen Feldes elektromotorische Kräfte erzeugt werden.

Transformator ist ein Apparat für Wechselströme ohne bewegte Teile zur Umwandlung elektrischer in elektrische Leistung.

Unter Spannung bei Drehstrom ist die verkettete effektive Spannung (Spannung zwischen je zwei der drei Hauptleitungen) zu verstehen.

Unter Sternspannung bei Drehstrom ist die Spannung zwischen dem Nullpunkt und je einem der drei Hauptleiter zu verstehen.

Unter Übersetzung bei Transformatoren ist das Verhältnis der Spannungen bei Leerlauf zu verstehen.

---

*) Erläuterungen hierzu von G. Dettmar. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Unter Frequenz ist die Anzahl der vollen Perioden in der Sekunde zu verstehen.

Die für Wechselstrom gegebenen Vorschriften gelten sinngemäß auch für Mehrphasenstrom.

Allgemeine Bestimmungen.

§ 1.

Die folgenden Bestimmungen gelten nur insofern, als sie nicht durch ausdrücklich vereinbarte Lieferungsbedingungen abgeändert werden.

Ausgenommen hiervon sind die Vorschriften über die Leistungsschilder (vgl. §§ 4, 5, 6), die immer erfüllt sein müssen.

Maschinen oder Transformatoren ohne Leistungsschild oder mit einem anderen als dem weiter unten vorgeschriebenen Leistungsschild werden als diesen Normalien nicht entsprechend angesehen.

Leistung.

§ 2.

Als Leistung gilt bei allen Maschinen und Transformatoren die abgegebene. Dieselbe ist anzugeben bei Gleichstrom in Kilowatt (KW), bei Wechselstrom in Kilowatt mit Angabe des Leistungsfaktors. Bei Abgabe von mechanischer Leistung ist dieselbe in Pferdestärken (PS) anzugeben.

Außerdem sind anzugeben und auf dem Leistungsschild (vgl. §§ 4, 5, 6) oder auf einem besonderen Schild zu verzeichnen die normalen Werte von Tourenzahl bzw. Frequenz, Spannung und Stromstärke.

§ 3.

In Bezug auf die Leistung sind folgende Betriebsarten zu unterscheiden:

a) der intermittierende Betrieb, bei dem nach Minuten zählende Arbeitsperioden und Ruhepausen abwechseln (z. B. Motoren für Krane, Aufzüge, Straßenbahnen und dergl.);

b) der kurzzeitige Betrieb, bei dem die Arbeitsperiode kürzer ist als nötig, um die Endtemperatur zu erreichen,

und die Ruhepause lang genug, damit die Temperatur wieder annähernd auf die Lufttemperatur sinken kann;

c) der Dauerbetrieb, bei dem die Arbeitsperiode so lang ist, daß die Endtemperatur erreicht wird.

§ 4.

Als normale Leistung von Maschinen und Transformatoren für intermittierende Betriebe ist die Leistung zu verstehen und anzugeben, welche ohne Unterbrechung eine Stunde lang abgegeben werden kann, ohne daß die Temperaturzunahme den weiter unten als zulässig bezeichneten Wert überschreitet. Diese Leistung ist auf einem Schild unter der Bezeichnung „intermittierend" anzugeben.

§ 5.

Als normale Leistung von Maschinen und Transformatoren für kurzzeitigen Betrieb ist die Leistung zu verstehen, und anzugeben, welche während der vereinbarten Betriebszeit abgegeben werden kann, ohne daß die Temperaturzunahme den weiter unten als zulässig bezeichneten Wert überschreitet. Diese Leistung ist unter der Bezeichnung „für . . . St." auf einem Schild anzugeben.

§ 6.

Als normale Leistung von Maschinen und Transformatoren für Dauerbetrieb ist die Leistung zu verstehen und anzugeben, welche während beliebig langer Zeit abgegeben werden kann, ohne daß die Temperaturzunahme den weiter unten als zulässig angegebenen Wert überschreitet. Diese Leistung ist auf einem Schild unter der Bezeichnung „dauernd" anzugeben.

§ 7.

Die gleichzeitige Angabe der Leistung für verschiedene Betriebsarten ist zulässig.

§ 8.

Bei Generatoren und Umformern mit veränderlicher Spannung genügt die Verzeichnung der normalen Werte von Spannung, Stromstärke und Tourenzahl auf dem Schild; die zusammengehörigen Grenzwerte müssen jedoch in den Lieferungsbedingungen angegeben werden.

§ 9.

Maschinen mit Kollektor müssen bei jeder Belastung innerhalb der zulässigen Grenzen bei günstigster Bürstenstellung und eingelaufenen Bürsten soweit funkenfrei laufen, daß ein Behandeln des Kollektors mit Glaspapier oder dergl. höchstens nach je 24 Betriebsstunden erforderlich ist.

Temperaturzunahme.

§ 10.

Die Temperaturzunahme von Maschinen und Transformatoren ist bei normaler Leistung und unter Berücksichtigung der oben definierten Betriebsarten zu messen, nämlich:

1. bei intermittierenden Betrieben nach Ablauf eines ununterbrochenen Betriebes von einer Stunde;
2. bei kurzzeitigen Betrieben nach Ablauf eines ununterbrochenen Betriebes während der auf dem Leistungsschild verzeichneten Betriebszeit;
3. bei Dauerbetrieben:
   a) bei Maschinen nach Ablauf von zehn Stunden;
   b) bei Transformatoren nach Ablauf jener Betriebszeit, welche nötig ist, um die stationäre Temperatur zu erreichen.

§ 11.

Sofern für kleinere Maschinen unzweifelhaft feststeht, daß die stationäre Temperatur in weniger als zehn Stunden erreicht wird, so kann die Temperaturzunahme nach entsprechend kürzerer Zeit gemessen werden.

§ 12.

Bei der Prüfung auf Temperaturzunahme dürfen die betriebsmäßig vorgesehenen Umhüllungen, Abdeckungen, Ummantelungen u. s. w. von Maschinen und Transformatoren nicht entfernt, geöffnet oder erheblich verändert werden. Eine etwa durch den praktischen Betrieb hervorgerufene und bei der Konstruktion in Rechnung gezogene Kühlung kann im allgemeinen bei der Prüfung nachgeahmt werden, jedoch ist es nicht zulässig, bei Straßenbahnmotoren den durch die Fahrt erzeugten Luftzug bei der Prüfung künstlich herzustellen.

§ 13.

Als Lufttemperatur gilt jene der zuströmenden Luft oder, wenn keine entschiedene Luftströmung bemerkbar ist, die mittlere Temperatur der die Maschine umgebenden Luft in Höhe der Maschinenmitte, wobei in beiden Fällen in etwa 1 m Entfernung von der Maschine zu messen ist. Die Lufttemperatur ist während des letzten Viertels der Versuchszeit in regelmäßigen Zeitabschnitten zu messen und daraus der Mittelwert zu nehmen.

§ 14.

Wird ein Thermometer zur Messung der Temperatur verwendet, so muß eine möglichst gute Wärmeleitung zwischen diesem und dem zu messenden Maschinenteil herbeigeführt werden, z. B. durch Stanniolumhüllung. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten wird die Kugel des Thermometers und die Meßstelle außerdem mit einem schlechten Wärmeleiter (trockener Putzwolle u. dgl.) überdeckt. Die Ablesung findet erst statt, nachdem das Thermometer nicht mehr steigt.

§ 15.

Mit Ausnahme der mit Gleichstrom erregten Feldspulen und aller ruhenden Wickelungen werden alle Teile der Generatoren und Motoren mittels Thermometer auf ihre Temperaturzunahme untersucht.

Bei thermometrischen Messungen sind, soweit wie möglich, jeweilig die Punkte höchster Temperatur zu ermitteln, und die dort gemessenen Temperaturen sind maßgebend.

§ 16.

Die Temperatur der mit Gleichstrom erregten Feldspulen und aller ruhenden Wickelungen bei Generatoren und Motoren ist aus der Widerstandszunahme zu bestimmen. Dabei ist, wenn der Temperaturkoeffizient des Kupfers nicht für jeden Fall besonders bestimmt wird, dieser Koeffizient als 0,004 anzunehmen.

§ 17.

Bei Transformatoren wird die höchste an irgend einem Punkte vorkommende Temperatur der Wickelungen durch

Thermometer gemessen. Bei Öltransformatoren wird die Temperatur der oberen Ölschichten gemessen.

§ 18.

In gewöhnlichen Fällen und insofern die Lufttemperatur 35° C nicht übersteigt, darf die nach §§ 15 bis 17 ermittelte Temperatur-**Zunahme** folgende Werte nicht **übersteigen:**

a) an isolierten Wickelungen und Schleifringen

bei Baumwollisolierung . . . . 50° C
„ Papierisolierung . . . . 60° C
„ Isolierung durch Glimmer, Asbest und deren Präparate . . . . 80° C

Für ruhende Wickelungen sind um 10° C höhere Werte zulässig.

b) an Kollektoren . . . . 60° C

c) an Eisen von Generatoren und Motoren, in das Wickelungen eingebettet sind, je nach der Isolierung der Wickelung die Werte unter a.

§ 19.

Bei Straßenbahnmotoren darf die nach §§ 15 und 16 nach einstündigem ununterbrochenem Betriebe mit normaler Belastung im Versuchsraum ermittelte Temperatur-**Zunahme** folgende Werte nicht **übersteigen:**

a) an isolierten Wickelungen und Schleifringen

bei Baumwollisolierung . . . . 70° C
„ Papierisolierung . . . . 80° C
„ Isolierung durch Glimmer, Asbest und deren Präparate . . . . 100° C

Eine Erhöhung dieser Grenzen für ruhende Wickelungen ist nicht zulässig.

b) an Kollektoren . . . . 80° C

c) an Eisen, in das Wickelungen eingebettet sind, je nach der Isolierung der Wickelung die Werte unter a.

§ 20.

Bei kombinierten Isolierungen gilt die untere Grenze.

§ 21.

Bei dauernd kurzgeschlossenen Wickelungen können vorstehende Grenzwerte überschritten werden.

Überlastung.

§ 22.

Im praktischen Betriebe sollen Überlastungen nur so kurze Zeit oder bei solchem Temperaturzustand der Maschinen und Transformatoren vorkommen, daß die zulässige Temperaturzunahme dadurch nicht überschritten wird. Mit dieser Einschränkung müssen Maschinen und Transformatoren in den folgenden Grenzen überlastungsfähig sein:

Generatoren Motoren Umformer	25 % während ½ Stunde, wobei bei Wechselstromgeneratoren der Leistungsfaktor nicht unter dem auf dem Schilde verzeichneten Werte anzunehmen ist.
Motoren Umformer Transformatoren	40 % während 3 Minuten, wobei für Motoren die normale Klemmenspannung einzuhalten ist.

Der Kollektor der Gleichstrommaschinen und Umformer darf hierbei nicht so stark angegriffen werden, daß der Gang bei normaler Leistung dem § 9 nicht mehr genügt.

In Bezug auf mechanische Festigkeit müssen Maschinen, die betriebsmäßig mit annähernd konstanter Tourenzahl arbeiten, leerlaufend eine um 15 % erhöhte Tourenzahl unerregt und vollerregt 5 Minuten lang aushalten.

§ 23.

Generatoren müssen bei konstanter Tourenzahl die Spannung bis zu 15 % Überlastung konstant halten können, wobei der Leistungsfaktor bei Wechselstromgeneratoren nicht unter dem auf dem Schilde verzeichneten Werte anzunehmen ist.

§ 24.

Die Prüfung soll die mechanische und elektrische Überlastungsfähigkeit ohne Rücksicht auf Erwärmung feststellen und deshalb bei solcher Temperatur beginnen, daß die zulässige Temperaturzunahme nicht überschritten wird.

§ 25.

Diese Vorschriften gelten auch für Generatoren mit veränderlicher Spannung, bei denen die Spannungsänderung durch annähernd proportionale Änderung der Tourenzahl er-

reicht wird. Bei Generatoren mit annähernd konstanter Tourenzahl (so daß sie bei normaler Spannung mit abgeschwächtem Felde arbeiten) ist von einer Überlastungsprobe abzusehen. Das gleiche gilt von Motoren, wenn sie mit abgeschwächtem Felde arbeiten.

Isolation.

§ 26.

Die Messung des Isolationswiderstandes wird nicht vorgeschrieben, wohl aber eine Prüfung auf Isolierfestigkeit (Durchschlagsprobe), welche am Erzeugungsort, bei größeren Objekten auch vor Inbetriebsetzung am Aufstellungsort vorzunehmen ist. Maschinen und Transformatoren müssen imstande sein, eine solche Probe mit einer in nachfolgendem festgesetzten höheren Spannung, als die normale Betriebsspannung ist, 1/2 Stunde lang auszuhalten. Die Prüfung ist bei warmem Zustande der Maschine vorzunehmen und später nur ausnahmsweise zu wiederholen, damit die Gefahr einer späteren Beschädigung vermieden wird.

Maschinen und Transformatoren bis 5000 V sollen mit der doppelten Betriebsspannung, jedoch nicht mit weniger als 100 V geprüft werden. Maschinen und Transformatoren von 5000 bis 10000 V sind mit 5000 V Überspannung zu prüfen. Von 10000 V an beträgt die Prüfspannung das Eineinhalbfache der Betriebsspannung.

§ 27.

Diese Prüfspannungen beziehen sich auf Isolation von Wickelungen gegen das Gestell, sowie bei elektrisch getrennten Wickelungen gegeneinander. Im letzteren Falle ist bei Wickelungen verschiedener Spannung immer die höchste sich ergebende Prüfspannung anzuwenden.

§ 28.

Zwei elektrisch verbundene Wickelungen verschiedener Spannung sind gleichfalls mit der der Wickelung höchster Spannung entsprechenden Prüfspannung gegen Gestell zu prüfen.

§ 29.

Sind Maschinen oder Transformatoren in Serie geschaltet, so sind, außer obiger Prüfung, die verbundenen Wickelungen mit einer der Spannung des ganzen Systems entsprechenden Prüfspannung gegen Erde zu prüfen.

§ 30.

Obige Angaben über die Prüfspannung gelten unter der Annahme, daß die Prüfung mit gleicher Stromart vorgenommen wird, mit welcher die Wickelungen im Betriebe benutzt werden. Sollte dagegen eine betriebsmäßig von Gleichstrom durchflossene Wickelung mit Wechselstrom geprüft werden, so braucht nur der 0,7fache Wert der vorgenannten Prüfspannung angewendet zu werden. Wird umgekehrt eine betriebsmäßig von Wechselstrom durchflossene Wickelung mit Gleichstrom geprüft, so muß die Prüfspannung 1,4mal so hoch genommen werden, wie oben angegeben.

§ 31.

Ist eine Wickelung betriebsmäßig mit dem Gestell leitend verbunden, so ist diese Verbindung für die Prüfung auf Isolierfestigkeit zu unterbrechen. Die Prüfspannung einer solchen Wickelung gegen Gestell richtet sich dann aber auch nur nach der größten Spannung, welche zwischen irgend einem Punkte der Wickelung und des Gestelles im Betriebe auftreten kann.

§ 32.

Für Magnetspulen mit Fremderregung ist die Prüfspannung das Dreifache der Erregerspannung, jedoch mindestens 100 V.

Die Wickelung des Sekundärankers asynchroner Motoren ist mit der doppelten Anlaufspannung zu prüfen, jedoch mindestens mit 100 V. Kurzschlußanker brauchen nicht geprüft zu werden.

§ 33.

Maschinen und Transformatoren sollen durch 5 Minuten eine um 30% erhöhte Betriebsspannung aushalten können.

Bei Maschinen darf die Überspannungsprobe mit einer Steigerung der Tourenzahl bis zu 15% verbunden werden,

wobei jedoch nicht gleichzeitig eine Überlastung eintreten darf.

Diese Prüfung soll nur die Isolierfestigkeit feststellen und bei solcher Temperatur beginnen, daß die zulässige Temperaturzunahme nicht überschritten wird.

Wirkungsgrad.

§ 34.

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der abgegebenen zur zugeführten Leistung. Er kann durch direkte Messung der Leistungen oder indirekt durch Messung der Verluste bestimmt werden. Die indirekten Methoden sind leichter durchzuführen, durch Beobachtungsfehler weniger beeinflußt und aus diesen Gründen in der Regel vorzuziehen. Bei Angabe des Wirkungsgrades ist die Methode zu nennen, nach welcher er bestimmt werden soll, beziehungsweise bestimmt wurde, wozu ein Hinweis auf den entsprechenden Paragraphen dieser Normalien genügt.

Die Angabe des Wirkungsgrades soll sich stets auf die dem normalen Betriebe entsprechende Erwärmung beziehen.

Der Wirkungsgrad ist unter Berücksichtigung der Betriebsart (vgl. §§ 4, 5, 6) anzugeben.

Wenn bei Wechselstrommotoren und Transformatoren nichts besonderes vereinbart ist, so braucht der angegebene Wirkungsgrad nur beim Anschluß an eine Stromquelle mit nahezu sinusförmiger EMK und, sofern Mehrphasensysteme in Betracht kommen, nur bei symmetrischen Systemen erreicht zu werden.

Der Wirkungsgrad ohne besondere Angabe der Belastung bezieht sich auf die normale Belastung.

Die für Felderregung nötige und im Feldrheostat verlorene Leistung ist als Verlust in Rechnung zu ziehen.

Wird künstliche Kühlung verwendet, so ist bei Angabe des Wirkungsgrades zu bemerken, ob die für die Kühlung erforderliche Leistung als Verlust mit in Rechnung gezogen ist. Fehlt eine derartige Bemerkung, so versteht sich der Wirkungsgrad mit Einschluß dieser Verluste.

§ 35.

Für Generatoren, synchrone Motoren und Transformatoren ist der Wirkungsgrad unter Voraussetzung von Phasengleichheit zwischen Strom und Spannung anzugeben.

§ 36.

Bei Maschinen mit besonderen Erregermaschinen ist der Wirkungsgrad beider Maschinen getrennt anzugeben.

Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades.

§ 37.

Die direkte elektrische Methode: Diese Methode kann angewendet werden bei Motorgeneratoren, Umformern und Transformatoren, indem man die abgegebene sowie zugeführte Leistung durch elektrische Messungen ermittelt. Zwecks Verwendung gleichartiger Meßinstrumente empfiehlt es sich bei dieser Methode, gleichartige Maschinen oder Transformatoren zu prüfen.

§ 38.

Die indirekte elektrische Methode: Sind zwei Maschinen gleicher Leistung, Type und Stromart vorhanden, so werden sie mechanisch und elektrisch derart gekuppelt, daß die eine als Generator, die andere als Motor läuft. Der Betrieb des Systems erfolgt durch Stromzuführung von einer äußeren Stromquelle aus in der Weise, daß nur die zur Deckung der Verluste nötige Leistung zugeführt und gemessen wird. Der Betriebszustand der beiden Maschinen ist so einzuregulieren, daß der Mittelwert zwischen der dem Motor zugeführten und der vom Generator abgegebenen Leistung so nahe als möglich gleich ist der normalen Leistung der einzelnen Maschine. Dieser Mittelwert wird durch Messung bestimmt. Die zur Deckung der Verluste nötige Leistung kann auch mechanisch zugeführt und elektrisch gemessen werden. Ist bei diesen Messungen Riemenübertragung nicht zu vermeiden, so sind die dadurch verursachten Verluste entsprechend zu berücksichtigen.

Die vorstehend beschriebene Methode ist auch bei Transformatoren anwendbar, sofern dieselben in Bezug auf Lei-

stung, Spannung und Frequenz identisch sind. Der in etwaigen Hilfsapparaten entstehende Verlust ist sinngemäß zu berücksichtigen.

§ 39.

Die direkte Bremsmethode: Diese Methode ist im allgemeinen bei kleineren Motoren brauchbar, kann aber für einen kleineren Generator, der sich als Motor betreiben läßt, auch verwendet werden, doch müssen dann die Verhältnisse so gewählt werden, daß die magnetische und mechanische Beanspruchung, Tourenzahl und Leistung während der Prüfung möglichst wenig von den entsprechenden Größen bei der Benutzung als Generator abweichen.

§ 40.

Die indirekte Bremsmethode: Ist ein Generator bezw. Motor von entsprechender Leistung vorhanden, dessen Wirkungsgrad bei verschiedenen Belastungen genau bekannt ist, so kann dieser als Bremse bezw. als Antriebsmotor benutzt werden.

Wird hierbei eventuell eine Riemenübertragung verwendet, so ist der dadurch entstehende Verlust zu berücksichtigen.

§ 41.

Leerlaufsmethode: Bei Leerlauf als Motor wird der Verlust, welcher zum Betriebe der Maschine bei normaler Tourenzahl und Feldstärke in eingelaufenem Zustande auftritt, bestimmt. Dieser stellt den durch Luft-, Lager- oder Bürstenreibung, Hysteresis und Wirbelströme bedingten Verlust dar, dessen Änderung mit der Belastung nicht berücksichtigt wird. Durch elektrische Messungen und Umrechnungen wird der Verlust durch Stromwärme in Feld-, Anker-, Bürsten- und Übergangswiderstand, bei entsprechender Belastung ermittelt, wobei bezüglich des letzteren auf die Bewegung und die richtige Stromstärke, bezüglich der ersteren auf den warmen Zustand der Maschine Rücksicht zu nehmen ist. Bei asynchronen Motoren können die Verluste im Sekundäranker anstatt durch Widerstandsmessungen durch Messung der Schlüpfung bestimmt werden. Ein etwaiger bei normalem Betriebe in einem Vorschaltwiderstand für die Feldwickelung auftretender Verlust ist mit in Rechnung zu

ziehen. Diese Methode ist auch sinngemäß für Transformatoren verwendbar.

Die Summe der vorstehend erwähnten Verluste wird als „meßbarer Verlust" bezeichnet. Als Wirkungsgrad wird angesehen das Verhältnis der Leistung zur Summe von Leistung und „meßbarem Verlust".

§ 42.

Hilfsmotormethode: Stellen sich der direkten Ermittelung des Verlustes für Luft-, Lager- und Bürstenreibung, sowie Hysteresis und Wirbelströme in gewissen Fällen Schwierigkeiten entgegen, oder ist eine gleichartige Stromquelle, wie die zu untersuchende Maschine nötig hat, nicht vorhanden, so kann der Verlust für Luft- und Lagerreibung, sowie Hysteresis und Wirbelströme durch einen Hilfsmotor festgestellt werden. Die Feststellung des Verlustes für Luft-, Lager- und Bürstenreibung, sowie Hysteresis und Wirbelströme der zu untersuchenden Maschine hat dann dadurch zu geschehen, daß man die dem antreibenden Motor zugeführte Leistung bei normaler Erregung der zu untersuchenden Maschine feststellt und davon im Hilfsmotor sowie die in der event. Riemenübertragung entstehenden Verluste abzieht. Die Verluste im Hilfsmotor sind durch Leerlauf des Hilfsmotors bei gleicher Tourenzahl und Spannung wie während des ersten Versuches festzustellen, sowie durch die Belastung hinzukommende Verluste in Feld-, Anker-, Bürsten- und Übergangswiderstand durch elektrische Messungen entsprechend den Angaben unter § 41 zu bestimmen. Im übrigen ist bezüglich der zu untersuchenden Maschine genau wie in § 41 zu verfahren und ist auch der Wirkungsgrad in gleicher Weise definiert.

Als Hilfsmotor kann auch die Antriebsdampfmaschine verwendet werden, wenn sie von der Dynamo abkuppelbar ist. Die Ermittelung muß dann in der Weise vorgenommen werden, daß zuerst die Dampfmaschine einschließlich unbelastetem Generator mit normaler Tourenzahl und Erregung und dann, wieder nachdem die Kuppelung gelöst ist, die Dampfmaschine allein indiziert wird. Die Differenz zwischen beiden ist als Leerlaufsverlust für Luft-, Lager- und Bürstenreibung, sowie für Hysteresis und Wirbelströme zu be-

trachten, wobei auf etwaige gleichzeitig von der Dampfmaschine erzeugte Erregung Rücksicht zu nehmen ist. Wegen der den Leerlaufdiagrammen anhaftenden Ungenauigkeit ist diese Methode mit besonderer Vorsicht zu verwenden.

§ 43.

Indikatormethode: Wird der Generator durch eine Dampfmaschine direkt angetrieben und ist er nicht abkuppelbar, so ist der Wirkungsgrad ohne Rücksicht auf Reibung zu bestimmen. Die bei Leerlauf auftretenden Hysteresis- und Wirbelstromverluste sind bei normaler Tourenzahl und Klemmenspannung mit Indikatordiagrammen derart zu bestimmen, daß die Dampfmaschine bei erregtem und unerregtem Felde indiziert wird. Wird die Erregung von der gleichen Dampfmaschine geliefert, so ist die dafür benötigte Leistung in Abzug zu bringen. Die verbleibende Differenz wird als der durch Hysteresis und Wirbelstrom bei Leerlauf erzeugte Verlust angesehen, dessen Änderung mit der Belastung nicht berücksichtigt wird. Durch elektrische Messungen und Umrechnungen wird der Verlust durch Stromwärme in Feld, Anker, Bürsten und deren Übergangswiderstand bei Belastung ermittelt, wobei bezüglich des letzteren auf die Bewegung und die richtige Stromstärke, bezüglich der ersteren auf den warmen Zustand der Maschine Rücksicht zu nehmen ist. Ein etwaiger bei normalem Betriebe in einem Vorschaltwiderstand für die Feldwickelung auftretender Verlust ist mit in Rechnung zu ziehen. Die Summe der vorstehend erwähnten Verluste wird als „meßbarer Verlust" bezeichnet. Als Wirkungsgrad wird das Verhältnis der Leistung zur Summe von Leistung und „meßbarem Verlust" angesehen. Wegen der den Leerlaufdiagrammen anhaftenden Ungenauigkeit ist diese Methode mit besonderer Vorsicht zu verwenden.

§ 44.

Trennungsmethode: Bei Maschinen, die nur unter Benutzung von fremden Lagern arbeiten können, ist der Wirkungsgrad ohne Rücksicht auf Reibung in folgender Weise zu bestimmen. Der Verlust für Hysteresis und Wirbelströme wird elektrisch festgestellt dadurch, daß die Maschine in

ähnlicher Weise wie bei der Leerlaufsmethode, als Motor laufend, untersucht wird. Um den Verlust für Luft-, Lager- und Bürstenreibung von dem Verlust für Hysteresis und Wirbelströme trennen zu können, ist in folgender Weise zu verfahren: Die Maschine muß bei mehreren verschiedenen Spannungen mit normaler Tourenzahl in eingelaufenem Zustande untersucht werden, und zwar soll man mit der Spannung soweit wie möglich nach unten gehen, jedoch auch Beobachtungswerte bei normaler Spannung und wenn möglich bei 25% höherer Spannung aufnehmen. Diese Beobachtungswerte sind graphisch aufzutragen, und es ist die erhaltene Kurve so zu verlängern, daß der bei der Spannung „null" auftretende Verlust ermittelt werden kann. Dieser Wert gibt den Reibungsverlust an und ist von dem bei normaler Spannung beobachteten Leerlaufsverlust in Abzug zu bringen. Der Rest ist als Verlust für Hysteresis und Wirbelströme anzusehen, dessen Änderung mit der Belastung nicht berücksichtigt wird. Die übrigen Verluste sind entsprechend § 41 elektrisch zu ermitteln. Die Summe von Hysteresis- und Wirbelstromverlust, sowie die Verluste durch Stromwärme in Feld, Anker, Bürsten und deren Übergangswiderstand bei Belastung werden als „meßbarer Verlust" bezeichnet, und wird als der Wirkungsgrad das Verhältnis der Leistung zur Summe von Leistung und „meßbarem Verlust" angesehen.

Die Ermittelung des Hysteresis- und Wirbelstromverlustes kann auch mittels Hilfsmotor vorgenommen werden.

Spannungsänderung.

§ 45.

Unter Spannungsänderung des Wechselstromgenerators ist die Änderung der Spannung zu verstehen, welche eintritt, wenn man bei normaler Klemmenspannung den höchsten auf dem Leistungsschild verzeichneten Ankerstrom abschaltet, ohne Tourenzahl und ohne Erregerstrom zu ändern.

§ 46.

Bei Maschinen, welche nur für induktionslose Belastung bestimmt sind, genügt die Angabe der Spannungsänderung

für letztere. Bei Maschinen, welche für induktive Belastung bestimmt sind, ist außer der Spannungsänderung für induktionslose Belastung noch die Spannungsänderung anzugeben bei einer induktiven Belastung, deren Leistungsfaktor 0,8 ist. Die Angabe der Spannungsänderung für einen anderen Leistungsfaktor ist außerdem zulässig.

§ 47.

Sollen Gleichstrommaschinen auf Spannungsänderung geprüft werden, so gilt folgendes: Gleichstrommaschinen mit Nebenschlußerregung, mit gemischter Erregung und mit Fremderregung werden ohne Nachregulierung der Erregung von Vollbelastung bei normaler Spannung bis hinab auf Leerlauf bei gleichbleibender normaler Tourenzahl in wenigstens vier annähernd gleichen Abstufungen der Belastung geprüft. Der Unterschied zwischen der größten und der kleinsten beobachteten Spannung gilt als Spannungsänderung. Bezüglich Verstellung der Bürsten gilt das für den Betrieb Vereinbarte.

§ 48.

Bei Transformatoren ist sowohl der Ohmsche Spannungsverlust als auch die Kurzschlußspannung bei normaler Stromstärke anzugeben, beides auf den Sekundärkreis bezogen. Der Ohmsche Spannungsverlust gilt als Spannungsänderung bei induktionsloser Belastung, die Kurzschlußspannung als Spannungsänderung bei induktiver Belastung.

Es ist zulässig, den Versuch bei einer von der normalen nicht allzusehr abweichenden Stromstärke zu machen; die Spannungsänderungen müssen dann aber auf normale Stromstärke proportional umgerechnet werden.

Anhang.

Es empfiehlt sich, bei Neuanlagen und in Preislisten die folgenden Werte für Frequenz, Tourenzahl und Spannung möglichst zu berücksichtigen.

Die Frequenz soll 25 oder 50 sein.

Die Tourenzahl bei Wechselstrom- und Drehstrommaschinen soll nach folgender Tabelle abgestuft werden.

Polzahl	Tourenzahl des Generators, Synchronmotors oder leerlaufenden Asynchronmotors bei Frequenzen von		Polzahl	Tourenzahl des Generators, Synchronmotors oder leerlaufenden Asynchronmotors bei Frequenzen von	
	25	50		25	50
2	1500	3000	28	107	214
4	750	1500	32	94	187,5
6	500	1000	36	83	166
8	375	750	40	75	150
10	300	600	48	—	125
12	250	500	56	—	107
16	187,5	375	64	—	94
20	150	300	72	—	83
24	125	250	80	—	75

Die Spannung soll folgenden Tabellen entsprechen:

a) Gleichstrom.

Motor	Generator
110 V	115 V
220 „	230 „
440 „	470 „
500 „	550 „

b) Wechselstrom bezw. Drehstrom.

Motor oder Primärklemmen des Transformators	Generator oder Sekundärklemmen des Transformators
110 V	115 V
220 „	230 „
500 „	525 „
1000 „	1050 „
2000 „	2100 „
3000 „	3150 „
5000 „	5250 „

Bei Gleichstromgeneratoren für veränderliche Spannung (mit Ausnahme von Zusatzmaschinen) soll folgendes gelten:

a) für Spannungserhöhung.

Wenn ein und derselbe Gleichstromgenerator bei konstanter Tourenzahl eine erhöhte Spannung geben soll, so kann dies durch Verstärkung der Erregung geschehen, sofern dabei die Leistung nicht erhöht wird. Im allgemeinen ist die so erzielte Erhöhung der Spannung nicht weiter als um 30% von der Normalspannung auszudehnen. Weitere Erhöhung der Spannung ist durch Steigerung der Tourenzahl zu bewirken.

b) für Spannungserniedrigung.

Wenn ein und derselbe Gleichstromgenerator bei konstanter Tourenzahl eine erniedrigte Spannung geben soll, so kann dies durch Schwächung der Erregung geschehen, sofern dabei die Leistung im gleichen Verhältnis wie die Spannung vermindert wird. Im allgemeinen ist die so erzielte Verminderung der Spannung nicht weiter als um 20% von der Normalspannung auszudehnen. Eine weitergehende Verminderung der Spannung ist durch Herabsetzung der Tourenzahl zu bewirken.

c) für Erhöhung und Erniedrigung der Spannung in ein und derselben Maschine.

Wenn ein und derselbe Gleichstromgenerator bei konstanter Tourenzahl eine geringere und zeitweise auch eine höhere Spannung als die normale Spannung abgeben soll, so kann dies durch Veränderung der Erregung geschehen, sofern bei der höheren Spannung die Leistung und bei der niederen Spannung die Stromstärke nicht erhöht wird und die Differenz zwischen höchster und niedrigster Spannung 45% der letzteren nicht überschreitet. Eine weitergehende Veränderung der Spannung ist durch Änderung der Tourenzahl zu erzielen.

Wird ein Gleichstromgenerator für veränderliche Spannung verlangt, so muß diese Bedingung in der Bestellung besonders zum Ausdruck kommen.

Normalien für die Verwendung von Elektrizität auf Schiffen.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Kassel im Jahre 1904. Veröffentlicht: ETZ 1904. S. 686.

Als normale Stromart an Bord von Schiffen gilt Gleichstrom, als normale Spannung 110 V an den Verbrauchsstellen unter Verwendung des Zweileitersystems.

I. Begründung für die Empfehlung des Gleichstromes.

1. Die Gleichstrommotoren sind nach dem heutigen Stande der Elektrotechnik infolge ihrer besseren Regulierfähigkeit gerade für die Kraftanlagen an Bord von Schiffen geeigneter.

2. In Bezug auf Lebensgefahr ist der Gleichstrom weniger gefährlich als Wechselstrom von gleicher effektiver Spannung.

3. Die Kriegsmarine ist schon wegen ihrer Scheinwerfer auf Gleichstrom angewiesen. Eine einheitliche Stromart für Kriegs- und Handelsmarine liegt nicht nur im Interesse der Schiffahrt, sondern auch im Interesse der elektrotechnischen Industrie und erfordert daher eine Berücksichtigung dieses Umstandes, der für die Handelsschiffe vielleicht nicht so ins Gewicht fällt.

4. Das Kabelnetz wird bei dem für Kraftanlagen augenblicklich nur in Frage kommenden Drehstrom unübersichtlicher. Da die drei Leitungen wegen ihrer Induktionswirkungen in einem Kabel verlegt werden müssen, ist dieses, namentlich für größere Motoren, seines Querschnittes wegen sehr schwer zu verlegen. Auch sind Abzweigungen schwierig auszuführen.

5. Bei den Handelsschiffen überwiegt im allgemeinen der Strombedarf für Beleuchtung.

6. Der bisher meistens für Wechselstrom angeführte Vorteil der Nichtbeeinflussung der Kompasse fällt weniger ins Gewicht, da sich diese Beeinflussung auch bei Gleichstrom durch richtige Verlegung der Kabel, sowie Bau und Aufstellung der Motoren vermeiden läßt.

II. Begründung für die Empfehlung der Spannung von 110 V.

1. Die Spannung ist eine auch in Landanlagen gebräuchliche; Lampen, Motoren und Apparate für diese Spannung sind daher vorrätig.

2. Die Spannung stellt einen Wert dar, bis zu welchem man nach den bisherigen Erfahrungen im Interesse der an Bord sehr schwierigen Isolation unbedenklich gehen kann. Als Mindestgrenze gewährleistet sie eine hinreichende Verminderung des Leitungsquerschnitts.

Sicherheitsvorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen.*)

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Düsseldorf im Jahre 1902. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 141. Ergänzt und erweitert durch die Beschlüsse der Jahresversammlungen zu Kassel 1904 und zu Dortmund-Essen 1905. (Siehe ETZ 1904, S. 686 und 1905, S. 719.)

Allgemein gültig vom 1. Januar 1904 ab.
Nachträge ETZ 1904 S. 686 gültig vom 1. Januar 1905 ab.
Nachträge ETZ 1905 S. 719 gültig vom 1. Juli 1905 ab.

*) Erläuterungen hierzu von C. L. Weber. Verlag von Julius Springer, Berlin.

I. Niederspannung.

Die hierunter stehenden Vorschriften gelten für elektrische Starkstromanlagen, beziehungsweise diejenigen Teile derselben, deren effektive Gebrauchsspannung zwischen irgend zwei gegen Erde isolierten Leitungen 500 V nicht überschreitet und bei denen gleichzeitig die effektive Spannung zwischen irgend einer Leitung und Erde 250 V nicht überschreiten kann; ausgenommen sind jedoch unterirdische Leitungsnetze, elektrische Bahnen, Fahrzeuge und elektrochemische Betriebsapparate. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

A. Allgemeines.

§ 1.

Pläne.

Für jede Starkstromanlage soll bei Fertigstellung ein Plan und ein Schaltungsschema hergestellt werden.

Der Plan soll enthalten:

a) Bezeichnung der Räume nach Lage und Verwendung. Besonders hervorzuheben sind feuchte oder durchtränkte Räume und solche, in welchen ätzende oder leicht entzündliche Stoffe oder explosible Gase vorkommen.

b) Lage, Querschnitt und Isolierungsart der Leitungen. Der Querschnitt wird, in Quadratmillimetern ausgedrückt, neben die Leitungslinien gesetzt. Die Isolierungsart wird durch die unten angeführten Buchstaben bezeichnet.

c) Art der Verlegung (Isolierglocken, Rollen, Ringe, Rohre u. s. w.); hierfür sind ebenfalls nachstehende Bezeichnungen angegeben.

II. Hochspannung.

Die hierunter stehenden Bestimmungen gelten für elektrische Starkstromanlagen, beziehungsweise diejenigen Teile derselben, bei denen die effektive Spannung zwischen irgend einer Leitung und Erde mehr als 250 V beträgt, bezw. im Falle eines Erdschlusses betragen kann; ausgenommen sind jedoch unterirdische Leitungsnetze und elektrische Bahnen. Bei Akkumulatoren ist die Entladespannung maßgebend.

A. Allgemeines.

§ 1.

Pläne.

Für jede Starkstromanlage soll bei Fertigstellung ein Plan und ein Schaltungsschema hergestellt werden.

Der Plan soll enthalten:

a) Bezeichnung der Räume nach Lage und Verwendung. Besonders hervorzuheben sind feuchte oder durchtränkte Räume und solche, in welchen ätzende oder leicht entzündliche Stoffe vorkommen.

Für Fernleitungen und Leitungsnetze muß die Lage der Unterstationen, Transformatoren, Hausanschlüsse, Streckenausschalter, Sicherungen und Blitzschutzvorrichtungen angegeben sein.

b) Lage, Querschnitt und Isolierungsart der Leitungen. Der Querschnitt wird, in Quadratmillimetern ausgedrückt, neben die Leitungslinien gesetzt. Die Isolierungsart wird durch die unten ausgeführten Buchstaben bezeichnet.

c) Art der Verlegung (Isolierglocken, Rollen, Rohre u. s. w.) und Art des Schutzes; hierfür sind ebenfalls nachstehend Bezeichnungen angegeben.



d) Lage der Apparate und Sicherungen.

e) Lage und Art der Lampen, Elektromotoren und sonstigen Stromverbraucher.

Das Schaltungsschema soll enthalten:

Querschnitte der Hauptleitungen und Abzweigungen von den Schalttafeln mit Angabe der Belastung in Ampere.

Bei elektrischen Betriebsanlagen ist auch das Schaltungsschema der Stromerzeugungsanlage beizulegen.

Die Vorschriften dieses Paragraphen gelten auch für alle Abänderungen und Erweiterungen.

Der Plan und das Schaltungsschema sind von dem Besitzer der Anlage aufzubewahren.

Für die Pläne sind folgende Bezeichnungen anzuwenden:

× = **Feste Glühlampe.**

~× = **Transportable Glühlampe.**

⊗ 5 = **Fester Lampenträger mit Lampenzahl (5).**

~⊗ 3 = **Transportabler Lampenträger mit Lampenzahl (3).**

Obige Zeichen gelten für Glühlampen jeder Kerzenstärke, sowie für Fassungen mit und ohne Hahn.

◎ 6 = **Bogenlampe mit Angabe der Stromstärke (6 Ampere).**

◎ 6 D = **Dauerbrandlampe mit Angabe der Stromstärke (6 Ampere).**

○ 10 = **Dynamomaschine bezw. Elektromotor jeder Stromart mit Angabe der höchsten zulässigen Beanspruchung in Kilowatt.**

-|ı|ı|ı|- = **Akkumulatoren.**

≻ 6 = **Wandfassung, Anschlußdose mit Angabe der Stromstärke (6 Ampere).**

d) Lage der Apparate und Sicherungen.

e) Lage und Art der Lampen, Elektromotoren und sonstigen Stromverbraucher.

f) Für die Verbrauchsstellen müssen Pläne verwendet sein, auf welche ein großer roter Blitzpfeil eingezeichnet ist und die Spannungen vermerkt sind.

Sind in einem Plan Hoch- und Niederspannungsleitungen eingezeichnet, so sind die Hochspannungsleitungen mindestens am Anfang und Ende durch Blitzpfeil zu kennzeichnen.

g) Sämtliche im Plan eingezeichneten Stangen müssen mit ihren Nummern bezeichnet sein.

Das Schaltungsschema soll enthalten:

Querschnitte der Hauptleitungen und Abzweigungen von den Schalttafeln mit Angabe der Belastung in Ampere.

Bei elektrischen Betriebsanlagen ist auch das Schaltungsschema der Stromerzeugungsanlage beizulegen.

Die Vorschriften dieses Paragraphen gelten auch für alle Abänderungen und Erweiterungen.

Der Plan und das Schaltungsschema sind von dem Besitzer der Anlage aufzubewahren.

Für die Pläne sind folgende Bezeichnungen anzuwenden:

× = **Feste Glühlampe.**

∿× = **Transportable Glühlampe.**

⊗ 5 = **Fester Lampenträger mit Lampenzahl (5).**

∿⊗ 3 = **Transportabler Lampenträger mit Lampenzahl (3).**

Obige Zeichen gelten für Glühlampen jeder Kerzenstärke, sowie für Fassungen mit und ohne Hahn.

◎ 6 = **Bogenlampe mit Angabe der Stromstärke (6 Ampere).**

◎ 6 D = **Dauerbrandlampe mit Angabe der Stromstärke (6 Ampere).**

○ 10 = **Dynamomaschine bezw. Elektromotor jeder Stromart mit Angabe der höchsten zulässigen Beanspruchung in Kilowatt.**

⊣|ı|ı|ı|⊢ = **Akkumulatoren.**

≻ = **Wandfassung, Anschlußdose mit Angabe der Stromstärke (6 Ampere).**

= Einpoliger bezw. zweipoliger bezw. dreipoliger Ausschalter mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (6 Ampere).

3 = Umschalter, desgl.

= Sicherung (an der Abzweigstelle).

10 = Widerstand, Heizapparate und dergl. mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (10 Ampere).

10 = Dgl., beweglich angeschlossen.

7,5 = Transformator mit Angabe der Leistung in Kilowatt (7,5).

= Drosselspule.

= Blitzschutzvorrichtung.

= Spannungssicherung.

= Erdung.

= Blitzpfeil.

5 20 = Zweileiter- bezw. Dreileiter- oder Drehstromzähler mit Angabe des Meßbereichs (5 bezw. 20 Kilowatt).

= Zweileiterschalttafel.

= Dreileiterschalttafel oder Schalttafel für mehrphasigen Wechselstrom.

= Einzelleitung.

Hin- und Rückleitung.

Dreileiter- oder Drehstromleitung.

= Fest verlegte Mehrfachleitung jeder Art.

= Nach oben führende Steigleitung.

= Nach unten führende Steigleitung.

= Holzmast.

= Eisenmast.

BC Blanker Kupferdraht.
BE Blanker Eisendraht.
GB Gummibandleitung.
GA Gummiaderleitung.

= Einpoliger bezw. zweipoliger bezw. dreipoliger Ausschalter mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (6 Ampere).

3 = Umschalter, desgl.

= Sicherung (an der Abzweigstelle).

10 = Widerstand, Heizapparate und dergl. mit Angabe der höchsten zulässigen Stromstärke (10 Ampere).

10 = Dgl., beweglich angeschlossen.

7,5 = Transformator mit Angabe der Leistung in Kilowatt (7,5)

= Drosselspule.

= Blitzschutzvorrichtung.

= Spannungssicherung.

= Erdung.

= Blitzpfeil.

= Zweileiter bezw. Dreileiter- oder Drehstromzähler mit Angabe des Meßbereichs (5 bezw. 20 Kilowatt).

= Zweileiterschalttafel.

= Dreileiterschalttafel oder Schalttafel für mehrphasigen Wechselstrom.

= Einzelleitung.

= Hin- und Rückleitung.

= Dreileiter- oder Drehstromleitung.

= Fest verlegte Mehrfachleistung jeder Art.

= Nach oben führende Steigleitung.

= Nach unten führende Steigleitung.

= Holzmast.

= Eisenmast.

BC Blanker Kupferdraht.

BE Blanker Eisendraht.

GA Gummiaderleitung.

MB Mehrfach-Gummibandleitung.

MA Mehrfach-Gummiaderleitung.

PA Panzerader.

FA Fassungsader.
SB Gummibandschnur.
SA Gummiaderschnur.
PL Pendelschnur.
KB Blanke Kabel.
KA Asphaltierte Kabel.
KE Armierte asphaltierte Kabel.
(g) Verlegung auf Isolierglocken.
(r) Verlegung auf Rollen oder Ringen.
(k) Verlegung auf Klemmen.
(o) Verlegung in Rohren.
(f) Schutz durch Eisen.
(l) Schutz durch isolierende Verkleidung.
(n) Schutznetz.
(e) Schutz durch Erdung.

§ 2.

Isolation.

a) Vor Inbetriebsetzung einer Anlage ist durch Isolationsprüfung, womöglich mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 V, festzustellen, ob Isolationsfehler vorhanden sind. Das gleiche gilt von jeder Erweiterung der Anlage.

b) Bei diesen Messungen muß nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und der Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen verschiedenen Potentiales gegeneinander gemessen werden; im letzteren Falle müssen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motoren oder andere, Strom verbrauchende Apparate von ihren Leitungen abgetrennt, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen,

SGA 3000 Spezial-Gummiaderleitung mit Angabe der Betriebsspannung (3000 Volt),
MA Mehrfach-Gummiaderleitung.
SMA 1500 Mehrfach Spezial-Gummiaderleitung mit Angabe der Betriebsspannung (1500 Volt).
PA Panzerader.
SPA 3000 Spezial-Panzerader mit Angabe der Betriebsspannung (3000 Volt).

SA Gummiaderschnur.

KB Blanke Kabel.
KA Asphaltierte Kabel.
KE Armierte asphaltierte Kabel.
(g) Verlegung auf Isolierglocken.
(r) Verlegung auf Rollen oder Ringen.
(k) Verlegung auf Klemmen.
(o) Verlegung in Rohren.
(f) Schutz durch Eisen.
(l) Schutz durch isolierende Verkleidung.
(n) Schutznetz.
(e) Schutz durch Erdung.

§ 2.

Isolation.

a) Vor Inbetriebsetzung einer Anlage ist durch Isolationsprüfung, womöglich mit der Betriebsspannung, mindestens aber mit 100 V, festzustellen, ob Isolationsfehler vorhanden sind. Das gleiche gilt von jeder Erweiterung der Anlage.

b) Bei diesen Messungen muß nicht nur die Isolation zwischen den Leitungen und der Erde, sondern auch die Isolation je zweier Leitungen verschiedenen Potentiales gegeneinander gemessen werden; im letzteren Falle müssen alle Glühlampen, Bogenlampen, Motoren oder andere, Strom verbrauchende Apparate von ihren Leitungen abschaltet, dagegen alle vorhandenen Beleuchtungskörper angeschlossen,

alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein. Reihenstromkreise dürfen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die möglichst nahe der Mitte zu wählen ist. Dabei müssen die Isolationswiderstände den Bedingungen des Absatzes d) genügen.

c) Bei Isolationsmessung durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn möglich, der negative Pol der Stromquelle an die zu messende Leitung gelegt werden, und die Messung soll erst erfolgen, nachdem die Leitung während zwei Minuten der Spannung ausgesetzt war.

d) Der Isolationszustand einer Anlage, mit Ausnahme der Teile unter e) und f) soll derart sein, daß der Stromverlust auf jeder Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen oder hinter der letzten Sicherung bei der Betriebsspannung ein Milliampere nicht überschreitet. Der Isolationswert einer derartigen Leitungsstrecke muß hiernach wenigstens betragen: 1000 Ohm multipliziert mit der Voltzahl der Betriebsspannung (z. B. 220000 Ohm für 220 V Betriebsspannung).

e) Diejenigen Teile von Anlagen, welche in feuchten Räumen, z. B. in Brauereien, Färbereien, Gerbereien u. s. w. installiert sind, brauchen der Vorschrift des Absatzes d) nicht zu genügen, sollen aber mit möglichster Sorgfalt isoliert sein. Wo eine größere Anlage feuchte Teile enthält, müssen dieselben bei der Messung nach b) und c) abgeschaltet sein und die trockenen Teile müssen der Vorschrift unter d) genügen.

f) Der Isolationswiderstand von Freileitungen muß bei feuchtem Wetter mindestens 20000 Ohm für das Kilometer einfacher Drahtlänge betragen.

alle Sicherungen eingesetzt und alle Schalter geschlossen sein. Reihenstromkreise dürfen jedoch nur an einer einzigen Stelle geöffnet werden, die möglichst nahe der Mitte zu wählen ist. Dabei müssen die Isolationswiderstände den Bedingungen des Absatzes d) genügen.

c) Bei Isolationsmessung durch Gleichstrom gegen Erde soll, wenn möglich, der negative Pol der Stromquelle an die zu messende Leitung gelegt werden, und die Messung soll erst erfolgen, nachdem die Leitung während zwei Minuten der Spannung ausgesetzt war.

d) Der Isolationszustand einer Anlage, mit Ausnahme der Teile unter e) und f) soll derart sein, daß jede Teilstrecke zwischen zwei Sicherungen oder hinter der letzten Sicherung bei

250— 300	Volt	mindestens	250000	Ohm
300— 400	„	„	280000	„
400— 500	„	„	330000	„
500— 600	„	„	375000	„
600— 700	„	„	410000	„
700— 800	„	„	440000	„
800— 900	„	„	460000	„
900—1000	„	„	480000	„

hat. Von 1000 Volt an soll der Widerstand mindestens 500 Ohm für das Volt betragen.

e) Diejenigen Teile von Anlagen, welche in feuchten Räumen, z. B. in Brauereien, Färbereien, Gerbereien u. s. w. installiert sind, brauchen der Vorschrift des Absatzes d) nicht zu genügen, sollen aber mit möglichster Sorgfalt isoliert sein. Wo eine größere Anlage feuchte Teile enthält, müssen dieselben bei der Messung nach b) und c) abgeschaltet sein und die trockenen Teile müssen der Vorschrift unter d) genügen. Vergl. auch § 41.

f) Der Isolationswiderstand von Freileitungen muß bei feuchtem Wetter mindestens 80 Ohm für das Volt und Kilometer einfacher Drahtlänge betragen, braucht aber $1^1/_2$ Millionen Ohm nicht zu überschreiten.

g) In Stromerzeugungsanlagen sind Vorrichtungen vorzusehen, durch welche der Isolationszustand auch während des Betriebes kontrolliert werden kann.

§ 3.

Definitionen.

a) Vakat.

b) Erdung. Einen Gegenstand im Sinne dieser Vorschriften erden, heißt ihn mit der Erde derart leitend verbinden, daß er eine für unisoliert stehende Personen gefährliche Spannung nicht annehmen kann.

c) Feuersichere Gegenstände. Als feuersicher gilt ein Gegenstand, der nicht entzündet werden kann, oder nach Entzündung nicht von selbst weiterbrennt.

d) Freileitungen. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen außerhalb von Gebäuden, die weder metallische Umhüllung, noch Schutzverkleidung haben. Schutznetze, Schutzleisten und Schutzdrähte gelten nicht als Verkleidung.

e) Elektrische Betriebsräume. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, welche wesentlich zum Betriebe

§ 3.

Definitionen.

a) *Isolierstoffe*. Als isolierend gelten fasrige oder poröse Isolierstoffe, die mit geeigneter Isoliermasse getränkt sind, ferner feste Isolierstoffe, die nicht hygroskopisch sind. Diese Stoffe sollen in solcher Stärke verwendet werden, daß sie bei den im Betriebe vorkommenden Temperaturen

bis zu 5000 V	das Doppelte der Betriebsspannung,
von 500—10 000 V	eine Überspannung von 5000 V,
über 10000 V	das $1^1/_2$fache der Betriebsspannung

eine halbe Stunde lang aushalten, ohne durchschlagen zu werden. (Ausnahme siehe § 11 c.)

Material wie Holz und Fiber darf nur unter Öl und nur mit geeigneter Isoliermasse imprägniert als Isoliermaterial angewendet werden. Steinplatten sollen keine leitenden Adern enthalten, nur ihre nichtpolierten Flächen sind durch einen geeigneten Anstrich gegen Feuchtigkeit zu schützen.

Das Isoliermaterial muß derart gestaltet und bemessen sein, daß ein merklicher Stromübergang über die Oberfläche (Oberflächenleitung) unter normalen Umständen nicht eintreten kann.

Ausnahmen siehe § 10 a.

b) *Erdung*. Einen Gegenstand im Sinne dieser Vorschriften erden, heißt ihn mit der Erde derart leitend verbinden, daß er eine für unisoliert stehende Personen gefährliche Spannung nicht annehmen kann.

c) *Feuersichere Gegenstände*. Als feuersicher gilt ein Gegenstand, der nicht entzündet werden kann, oder nach Entzündung nicht von selbst weiterbrennt.

d) *Freileitungen*. Als Freileitungen gelten alle oberirdischen Leitungen außerhalb von Gebäuden, die weder metallische Umhüllung, noch Schutzverkleidung haben. Schutznetze, Schutzleisten und Schutzdrähte gelten nicht als Verkleidung.

e) *Elektrische Betriebsräume*. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, welche wesentlich zum Betriebe

elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur instruiertem Personal zugänglich sind.

f) Betriebsstätten. Im Gegensatze zu den elektrischen Betriebsräumen werden als Betriebsstätten alle diejenigen Räume bezeichnet, in welchen andere als elektrische Betriebsarten normalerweise vorgenommen werden.

g) Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume gelten Räume, in welchen leicht entzündliche Gegenstände erzeugt oder angehäuft werden.

h) Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosible Stoffe aufgespeichert werden, oder in denen sich betriebsmäßig explosible Gemische von Gasen, Staub oder Fasern bilden oder anhäufen können.

B. Beschaffenheit des zu verwendenden Materials.

Alles zu verwendende Material muß, soweit nicht im folgenden Ausnahmen gemacht sind, den Normalien des Verbandes entsprechen.*)

§ 4.

Schalt- und Verteilungstafeln.

a) Für den Aufbau von Schalt- und Verteilungstafeln darf im allgemeinen Holz nicht verwendet werden; nur für Verteilungstafeln bis 0,5 qm ist es als Konstruktions- nicht aber als Isolationsmaterial zulässig; zur Umrahmung darf es überall benutzt werden.

---

*) Die hier in Betracht kommenden Normalien sind:
1. Normen über einheitliche Kontaktgrößen und Schrauben.
2. Kupfernormalien.
3. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edisongewinde.
4. Normalien für Glühlampenfüße und Fassungen mit Bajonettkontakt.
5. Normalien für Steckkontakte.
6. Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.
7. Normalien für Elektrische Maschinen und Transformatoren.
8. Normalien für Leitungen.

elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur instruiertem Personal zugänglich sind.

f) Betriebsstätten. Im Gegensatze zu den elektrischen Betriebsräumen werden als Betriebsstätten alle diejenigen Räume bezeichnet, in welchen andere als elektrische Betriebsarten normalerweise vorgenommen werden.

g) Feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als feuergefährliche Betriebsstätten und Lagerräume gelten Räume, in welchen leicht entzündliche Gegenstände erzeugt oder angehäuft werden.

h) Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume. Als explosionsgefährlich gelten Räume, in denen explosible Stoffe aufgespeichert werden, oder in denen sich betriebsmäßig explosible Gemische von Gasen, Staub oder Fasern bilden oder anhäufen können.

B. Beschaffenheit des zu verwendenden Materials.

Alles zu verwendende Material muß, soweit nicht im folgenden ausdrücklich Ausnahmen gemacht sind, den Normalien des Verbandes entsprechen.*)

§ 4.

Schalt- und Verteilungstafeln.

a) Schalt- und Verteilungstafeln müssen aus feuersicherem Material bestehen, Holz ist nur als Umrahmung zulässig.

---

*) Die hier in Betracht kommenden Normalien sind:

1. Normen über einheitliche Kontaktgrößen und Schrauben.
2. Kupfernormalien.
3. Normalien und Kaliberlehren für Lampenfüße und Fassungen mit Edisongewinde.
4. Normalien für Glühlampenfüße und Fassungen mit Bajonettkontakt.
5. Normalien für Steckkontakte.
6. Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.
7. Normalien für elektrische Maschinen und Transformatoren.
8. Normalien für Leitungen.

Schalter und alle Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, müssen derart angeordnet sein, daß etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtungen auftretende Feuererscheinungen nicht zündend auf die Nachbarschaft wirken und keine Kurz- oder Erdschlüsse herbeiführen können.

b) Bei Schalttafeln, die betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglich sind, darf die Entfernung zwischen ungeschützten, stromführenden Teilen der Schalttafel und der gegenüberliegenden Wand nicht weniger als 1 m betragen. Sind an der letzteren ungeschützte, stromführende Teile in erreichbarer Höhe vorhanden, so muß die horizontale Entfernung bis zu derselben, 2 m betragen und der Zwischenraum durch Geländer geteilt sein.

c) Die Kreuzung stromführender Teile an Schalt- und Verteilungstafeln ist möglichst zu vermeiden. Ist dies nicht erreichbar, so sind die stromführenden Teile durch Isolierung voneinander zu trennen, oder derart in genügendem Abstand voneinander zu befestigen, daß Berührung ausgeschlossen ist.

Schalter und alle Apparate, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, müssen derart angeordnet sein, daß etwa im Betriebe der elektrischen Einrichtungen auftretende Feuererscheinungen nicht zündend auf die Nachbarschaft wirken und keine Kurz- oder Erdschlüsse herbeiführen können.

b) Schalttafeln müssen entweder mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben sein, und, soweit sie für nicht instruiertes Personal zugänglich sind, müssen sämtliche Teile, die unter Spannung gegen Erde stehen, auf der Bedienungsseite durch Gehäuse vor Berührung geschützt sein. Die gleiche Vorschrift gilt auch für die Rückseite der Schalttafeln, sofern dieselbe überhaupt begehbar ist.

Oder es müssen sämtliche stromführende Teile, z. B. auch diejenigen der Meßinstrumente, Sicherungen und Schalter, sofern sie nicht geerdet sind, der Berührung unzugänglich angeordnet sein; die zugänglichen nichtstromführenden Metallteile dieser Apparate und des Gerüstes müssen geerdet und, soweit der Fußboden in der Nähe des Gerüstes leitet, mit diesem leitend verbunden sein. Soweit in Gleichstromanlagen die Betriebsspannung 750 *V* nicht überschreitet und die Bedienung nur durch instruiertes Personal erfolgt, kann von dieser Vorschrift abgesehen werden.

Bei Schalttafeln, die betriebsmäßig auf der Rückseite zugänglich sind, darf die Entfernung zwischen ungeschützten, stromführenden Teilen der Schalttafel und der gegenüberliegenden Wand nicht weniger als 1 m betragen. Sind auf der letzteren ungeschützte, stromführende Teile in erreichbarer Höhe vorhanden, so muß die horizontale Entfernung bis zu derselben 2 m betragen und der Zwischenraum durch Geländer geteilt sein. In dem so geschaffenen Gange dürfen bis zur Höhe von 2 m vom Fußboden weder stromführende Teile, noch sonstige die freie Bewegung störende Gegenstände vorhanden sein.

c) Die Kreuzung stromführender Teile an Schalt- und Verteilungstafeln ist möglichst zu vermeiden. Ist dies nicht erreichbar, so sind die stromführenden Teile durch Isolierung voneinander zu trennen, oder derart in genügendem Abstand voneinander zu befestigen, daß Berührung ausgeschlossen ist.

d) Die Polarität bezw. Phase von Leitungsschienen, die hinter der Schalttafel liegen, ist durch farbigen Anstrich kenntlich zu machen.

e) An Verteilungstafeln, welche nicht von der Rückseite aus zugänglich sind, müssen die Leitungen nach Befestigung der Tafel angeschlossen und die Anschlüsse jederzeit von vorn kontrolliert und gelöst werden können.

f) Die Sicherungen auf den Verteilungstafeln sind mit Bezeichnungen zu versehen, aus denen hervorgeht, zu welchen Räumen, bezw. Gruppen von Stromverbrauchern sie gehören.

g) Im übrigen wird bezüglich der Ausrüstung der Schalt- und Verteilungstafeln auf die §§ 10—14 verwiesen.

Leitungsmaterial.

§ 5.

Beschaffenheit und Belastung des Leitungskupfers.

a) Leitungskupfer muß den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen. Ausnahmen hiervon sind bei Drähten zulässig, die für Freileitungen bestimmt sind.

b) Isolierte Kupferleitungen und nicht unterirdisch verlegte Kabel dürfen höchstens mit den in nachstehender Tabelle verzeichneten Stromstärken dauernd belastet werden.

Querschnitt in Quadratmillimetern	Betriebsstromstärke in Ampere	Querschnitt in Quadratmillimetern	Betriebsstromstärke in Ampere
0,75	4	95	165
1	6	120	200
1,5	10	150	235
2,5	15	185	275
4	20	240	330
6	30	310	400
10	40	400	500
16	60	500	600
25	80	625	700
35	90	800	850
50	100	1000	1000
70	130		

Blanke Kupferleitungen bis zu 50 qmm unterliegen gleichfalls den Vorschriften der vorstehenden Tabelle, blanke Kupferleitungen über 50 und unter 1000 qmm Querschnitt

d) Die Polarität bezw. Phase von Leitungsschienen, die hinter der Schalttafel liegen, ist durch farbigen Anstrich kenntlich zu machen.

e) An Verteilungstafeln, welche nicht von der Rückseite aus zugänglich sind, müssen die Leitungen nach Befestigung der Tafel angeschlossen und die Anschlüsse jederzeit von vorn kontrolliert und gelöst werden können.

f) Die Sicherungen auf den Verteilungstafeln sind mit Bezeichnungen zu versehen, aus denen hervorgeht, zu welchen Räumen, bezw. Gruppen von Stromverbrauchern sie gehören.

g) Im übrigen wird bezüglich der Ausrüstung der Schalt- und Verteilungstafeln auf die §§ 10—14 verwiesen.

Leitungsmaterial.

§ 5.

Beschaffenheit und Belastung des Leitungskupfers.

a) Leitungskupfer muß den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen. Ausnahmen hiervon sind bei Drähten zulässig, die für Freileitungen bestimmt sind.

b) Isolierte Kupferleitungen und nicht unterirdisch verlegte Kabel dürfen höchstens mit den in nachstehender Tabelle verzeichneten Stromstärken dauernd belastet werden.

Querschnitt in Quadratmillimetern	Betriebsstromstärke in Ampere.	Querschnitt in Quadratmillimetern	Betriebsstromstärke in Ampere
0,75	4	95	165
1	6	120	200
1,5	10	150	235
2,5	15	185	275
4	20	240	330
6	30	310	400
10	40	400	500
16	60	500	600
25	80	625	700
35	90	800	850
50	100	1000	1000
70	130		

Blanke Kupferleitungen bis zu 50 qmm unterliegen gleichfalls den Vorschriften der vorstehenden Tabelle, blanke Kupferleitungen über 50 und unter 1000 qmm Querschnitt

können mit 2 Ampere für das Quadratmillimeter belastet werden. Auf Freileitungen finden die vorstehenden Zahlenbestimmungen keine Anwendung.

Bei intermittierendem Betriebe ist eine Erhöhung der Belastung über die Tabellenwerte zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Tabelle entsprechenden Dauerbelastung entsteht.

c) Der geringste zulässige Querschnitt für isolierte Kupferleitungen ist 1 qmm, an und in Beleuchtungskörpern $^3/_4$ qmm. Der geringste zulässige Querschnitt von offen verlegten blanken Kupferleitungen in Gebäuden ist 4 qmm, bei Freileitungen 6 qmm.

d) Bei Verwendung von Leitern aus anderen Metallen müssen die Querschnitte so gewählt werden, daß sowohl Festigkeit wie Erwärmung durch den Strom den im Vorigen für Kupfer gegebenen Querschnitten entspricht.

§ 6.

Leitungen.

a) Im Nächstfolgenden werden behandelt: Drahtleitungen, Schnurleitungen und Kabel.

b) Drahtmaterialien für Maschinen und Apparate unterliegen den Bestimmungen dieser Vorschriften nicht.

§ 7.

Drahtleitungen.

a) Blanke Leitungen. Hierher gehören blanker Kupferdraht, verzinnter Kupferdraht, verbleiter Kupferdraht, verzinkter oder verzinnter Eisendraht, Aluminiumdraht, Draht von Siliciumbronze u. s. w.

Für andere als Kupferdrähte vgl. § 5 d).

a) Gummibanddrähte
b) Gummiaderdrähte
d) Mehrfachdrahtleitungen
e) Fassungsadern

} siehe Normalien für Leitungen.

können mit 2 Ampere für das Quadratmillimeter belastet werden. Auf Freileitungen finden die vorstehenden Zahlenbestimmungen keine Anwendung.

Bei intermittierendem Betriebe ist eine Erhöhung der Belastung über die Tabellenwerte zulässig, sofern dadurch keine größere Erwärmung als bei der der Tabelle entsprechenden Dauerbelastung entsteht.

c) Der geringste zulässige Querschnitt für isolierte Kupferleitungen ist 1 qmm, an und in Beleuchtungskörpern $^{3}/_{4}$ qmm. Der geringste zulässige Querschnitt von offen verlegten blanken Kupferleitungen in Gebäuden ist 4 qmm, bei Freileitungen 6 qmm.

d) Bei Verwendung von Leitern aus anderen Metallen müssen die Querschnitte so gewählt werden, daß sowohl Festigkeit wie Erwärmung durch den Strom den im Vorigen für Kupfer gegebenen Querschnitten entspricht.

§ 6.

Leitungen.

a) Im Nächstfolgenden werden behandelt: Drahtleitungen, Schnurleitungen und Kabel.

b) Drahtmaterialien für Maschinen und Apparate unterliegen den Bestimmungen dieser Vorschriften nicht.

§ 7.

Drahtleitungen.

a) Blanke Leitungen. Hierher gehören blanker Kupferdraht, verzinnter Kupferdraht, verbleiter Kupferdraht, verzinkter oder verzinnter Eisendraht, Aluminiumdraht, Draht von Siliciumbronze u. s. w.

Für andere als Kupferdrähte vgl. § 5 d).

b) Gummibandleitung ist unzulässig.

c) Gummiaderleitung (Draht oder Seil) ist zur festen Verlegung geeignet für Gebrauchs-Spannungen bis zu 1000 V und zum Anschluß beweglicher Apparate bis zu 500 V (siehe Normalien für Leitungen).

d) Spezial-Gummiaderleitung (Draht oder Seil) gilt als isolierte Leitung, wenn sie beweglich verlegt ist, bis 1500 V,

f) Gepanzerte Drahtleitungen bestehen aus 1 oder mehreren nach c) isolierten Drähten, die mit einer gemeinsamen Hülle und darüber mit einer dichten Metallumklöppelung versehen sind. Gepanzerte Leitungen dürfen nicht direkt in die Erde verlegt werden, sind aber im übrigen den armierten Bleikabeln gleichgestellt.

g) Drahtleitungen anderer Art dürfen nur verwendet werden, wenn sie der in den Normalien für Gummiaderdrähte beschriebenen Wasserprobe, event. unter sinngemäßer Modifikation der Bedingungen genügen.

§ 8.

Schnüre (biegsame Leitungen).

a) Gummibandschnüre
b) Gummiaderschnüre
c) Pendelschnüre

} siehe Normalien für Leitungen.

d) Gepanzerte Schnurleitungen bestehen aus 2 oder mehreren nach 8 b) isolierten Schnüren, die mit einer gemeinsamen Hülle und darüber mit einer dichten Metallumklöppe-

bei fester Verlegung bis 5000 V und, wenn mit einer luftdicht schließenden Metallumhüllung versehen, bis 12000 V (siehe Normalien für Leitungen).

Sie darf fest verlegt auch ohne Metallumhüllung über 5000 V verwendet werden, ist aber dann wie blanke Leitung zu behandeln.

e) Mehrfachleitung (Draht oder Seil) muß bis 1000 V wenigstens aus Gummiaderleitungen, von 1000—1500 V aus Spezial-Gummiaderleitungen bestehen und die in h) erwähnte Schutzhülle kann gemeinsam sein.

f) Fassungsader ist nicht zulässig.

g) Drahtleitungen anderer Art, welche als isolierte Leitungen gelten sollen, müssen eine luftbeständige Isolierung haben und nach 24-stündigem Liegen im Wasser die doppelte Betriebsspannung, mindestens aber 3000 V, gegen das Wasser eine Stunde lang aushalten.

h) Bewegliche Einzel- und Mehrfachleitungen sind zulässig bis zu Gebrauchsspannungen von 1500 V, wenn sie den Bedingungen der Normalien für Leitungen genügen; sie müssen aber dann noch eine gegen mechanische Verletzung schützende Hülle (z. B. Drahtumhüllung, Metallschlauch, Leder) besitzen.

Bei Gebrauchsspannungen von mehr als 1500 V sind bewegliche Leitungen nicht gestattet.

§ 8.

Schnüre (biegsame Leitungen).

a) Gummibandschnüre sind nicht zulässig.

b) Gummibandschnüre können bis zu Gebrauchsspannungen von 1000 V fest verlegt und zum Anschluß beweglicher Apparate bis 500 V benutzt werden.

c) Pendelschnüre sind nicht zulässig.

d) Bewegliche Einzel- und Mehrfachschnurleitungen sind zulässig bis zu Gebrauchsspannungen von 1000 V, wenn sie der in § 7 g) angegebenen Wasserprobe genügen. Sie müssen



lung versehen sind. Gepanzerte Schnurleitungen dürfen nicht direkt in die Erde verlegt werden, sind aber im übrigen den armierten Bleikabeln gleichgestellt.

§ 9.

Kabel.

a) Blanke Bleikabel (Bezeichnung KB) bestehen aus einer oder mehreren Kupferseelen, starken Isolierschichten und einem wasserdichten einfachen oder mehrfachen Bleimantel. Sie sind nur zu verwenden, wenn sie gegen mechanische und gegen chemische Beschädigungen geschützt sind.

b) Asphaltierte Bleikabel (Bezeichnung KA) wie die vorigen, aber mit asphaltiertem Faserstoff umwickelt; sie müssen gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein.

c) Armierte asphaltierte Bleikabel (Bezeichnung KE) wie die vorigen und mit Eisenband oder -Draht armiert.

d) Bei eisenarmierten Kabeln für Ein- oder Mehrphasenstrom müssen sämtliche zu einem Stromkreis gehörigen Leitungen in demselben Kabel enthalten sein.

Apparate.

§ 10.

Allgemeines.

a) Die äußeren stromführenden Teile sämtlicher Apparate (Ausnahme siehe § 12) müssen auf feuersicheren, und soweit sie nicht betriebsmäßig geerdet sind, auf in dem Verwendungsraum isolierenden Unterlagen montiert sein.

b) Apparate sind derart zu bemessen, daß sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den

aber dann noch eine gegen mechanische Verletzungen schützende Hülle (z. B. Drahtumhüllung, Metallschlauch, Leder) besitzen.

Bei Gebrauchsspannungen von mehr als 1000 V sind bewegliche Schnurleitungen nicht gestattet.

§ 9.

Kabel.

a) Blanke Bleikabel (Bezeichnung KB) bestehen aus einer oder mehreren Kupferseelen, starken Isolierschichten und einem wasserdichten einfachen oder mehrfachen Bleimantel. Sie sind nur zu verwenden, wenn sie gegen mechanische und gegen chemische Beschädigungen geschützt sind.

b) Asphaltierte Bleikabel (Bezeichnung KA) wie die vorigen, aber mit asphaltiertem Faserstoff umwickelt; sie müssen gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein.

c) Armierte asphaltierte Bleikabel (Bezeichnung KE) wie die vorigen und mit Eisenband oder -Draht armiert.

d) Bei eisenarmierten Kabeln für Ein- oder Mehrphasenstrom müssen sämtliche zu einem Stromkreis gehörigen Leitungen in demselben Kabel enthalten sein, sofern nicht dafür gesorgt ist, daß keine bedenkliche Erwärmung des Eisenmantels eintritt. Entsprechendes gilt für Panzerleitungen.

Apparate.

§ 10.

Allgemeines.

a) Die äußeren stromführenden Teile sämtlicher Apparate (Ausnahme siehe § 12) müssen auf feuersicheren, und soweit sie nicht betriebsmäßig geerdet sind, auf in dem Verwendungsraum isolierenden Unterlagen montiert sein.

In Kontrollern für Krähne u. s. w. bis 750 V außerhalb von Räumen mit ätzenden Dünsten sowie außerhalb von Bergwerksbetrieben unter Tage ist imprägniertes Holz für solche Teile zulässig, an denen betriebsmäßig keine Funken auftreten.

b) Apparate sind derart zu bemessen, daß sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den

Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen können.

c) Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten ist durch Schrauben oder gleichwertige Mittel auszuführen.

Schnüre oder Drahtseile bis zu 6 qmm und Einzeldrähte bis zu 25 qmm Kupferquerschnitt können mit angebogenen Ösen an die Apparate befestigt werden. Drahtseile über 6 qmm, sowie Drähte über 25 qmm Kupferquerschnitt müssen mit Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein. Schnüre und Drahtseile von weniger als 6 qmm Querschnitt müssen, wenn sie nicht gleichfalls Kabelschuhe oder gleichwertige Verbindungsmittel erhalten, an den Enden verlötet sein; zum Löten darf die offene Flamme nicht verwendet werden.

d) Apparate müssen so konstruiert sein, daß der für die anzuschließenden Drähte vorgeschriebene Abstand von der Wand auch an den Einführungsstellen gewahrt werden kann.

e) Alle Apparate müssen derart konstruiert und angebracht sein, daß eine Verletzung von Personen durch Splitter, Funken und geschmolzenes Material ausgeschlossen ist.

§ 11.

Ausschalter und Umschalter.

a) Alle Schalter, welche außerhalb elektrischer Betriebsräume verwendet werden sollen, müssen Momentschalter sein, die so konstruiert sind, daß beim Öffnen unter normalem Betriebsstrom kein dauernder Lichtbogen entstehen kann.

b) Metallkontakte sind so zu bemessen, daß bei normalem Betriebsstrom keine ungehörige Erwärmung eintritt. Die Erwärmung gilt als ungehörig

1. bei Dosenausschaltern, wenn die Übertemperatur der Dose 10° C überschreitet.
2. bei Hebelausschaltern, wenn die Übertemperatur der Kontakte 50° C überschreitet.

c) Schalter außerhalb elektrischer Betriebsräume müssen entweder unter Verschluß angebracht sein oder Gehäuse haben. Gehäuse, soweit sie der Berührung zugänglich und nicht geerdet sind, und Griffe müssen aus nicht leitendem Material

Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen können.

c) Die Verbindung der Leitungen mit den Apparaten ist durch Schrauben oder gleichwertige Mittel auszuführen.

Schnüre oder Drahtseile bis zu 6 qmm und Einzeldrähte bis zu 25 qmm Kupferquerschnitt können mit angebogenen Ösen an die Apparate befestigt werden. Drahtseile über 6 qmm, sowie Drähte über 25 qmm Kupferquerschnitt müssen mit Kabelschuhen oder gleichwertigen Verbindungsmitteln versehen sein. Schnüre und Drahtseile von weniger als 6 qmm Querschnitt müssen, wenn sie nicht gleichfalls Kabelschuhe oder gleichwertige Verbindungsmittel erhalten, an den Enden verlötet sein; zum Löten darf die offene Flamme nicht verwendet werden.

d) Apparate müssen so konstruiert sein, daß auch die Einführungsstellen einer Prüfung nach § 3a genügen.

e) Alle Apparate müssen derart konstruiert und angebracht sein, daß eine Verletzung von Personen durch Splitter, Funken und geschmolzenes Material ausgeschlossen ist.

§ 11.

Ausschalter und Umschalter.

a) Alle Schalter, welche zur Stromunterbrechung dienen, müssen so konstruiert sein, daß beim vollen Öffnen unter normalem Betriebsstrom kein Lichtbogen bestehen bleibt.

Außerdem ist bei allen Schaltern darauf zu achten, daß die Kapazität des Ausschalters in geöffneter Stellung nicht zu gefährlichen Ladungsströmen Veranlassung gibt.

b) Metallkontakte sind so zu bemessen, daß bei normalem Betriebsstrom keine ungehörige Erwärmung eintritt. Die Erwärmung gilt als ungehörig, wenn die Übertemperatur der Kontakte mehr als 50° C beträgt.

c) Schalter außerhalb elektrischer Betriebsräume müssen entweder unter Verschluß angebracht sein oder Gehäuse haben. Gehäuse, soweit sie der Berührung zugänglich und nicht geerdet sind, und Griffe müssen aus nicht leitendem Material



bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht überzogen sein. Für Griffe und Kupplungsstangen ist Holz zulässig.

d) Die normale Betriebsstromstärke und Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, sind auf dem festen Teil zu vermerken.

e) Wegen der zulässigen Größenstufen siehe die Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterialien.

Ausgenommen von den Bestimmungen unter c) und d) sind die Ausschalter in elektrischen Betriebsräumen, sowie diejenigen, welche im Freien in unzulänglicher Lage angebracht sind, vgl. § 23.

§ 12.

Steck-Kontakte und dergl.

a) Stecker und verwandte Vorrichtungen zum Anschluß transportabler Leitungen müssen so konstruiert sein, daß sie nicht in Kontakte für höhere Stromstärken passen.

Die normale Betriebsstromstärke und -Spannung sind auf dem festen Teil und auf dem Stecker sichtbar zu vermerken.

b) Kontaktvorrichtungen zum Anschluß transportabler Leitungen müssen, wenn sie Sicherungen enthalten, konstruktionsmäßig allpolig gesichert sein; siehe §§ 32 b.

c) Bei Steckern, welche für trockene Räume bestimmt sind, darf Hartgummi als Isoliermaterial verwendet werden.

bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht überzogen sein. Schalter, die für elektrische Betriebsräume bestimmt sind, müssen so gebaut oder angebracht sein, daß bei der Bedienung mittelst der Handgriffe eine Berührung spannungführender Teile ausgeschlossen ist. Für Griffe und Kupplungsstangen ist Holz zulässig, wenn es mit Isoliermasse imprägniert ist. Bei Spannungen über 1000 Volt müssen die Griffe so eingerichtet sein, daß sich zwischen der bedienenden Person und den spannungführenden Teilen eine isolierende Strecke, in diesem Falle kein Holz, und eine geerdete Stelle befindet.

d) Die normale Betriebsstromstärke und Spannung, für die ein Schalter gebaut ist, sowie die maximale Stromstärke, bei der er unter der Betriebsspannung ausgeschaltet werden kann, sind auf dem festen Teil zu vermerken.

§ 12.

Steck-Kontakte und dergl.

a) Stecker und verwandte Vorrichtungen zum Anschluß transportabler Leitungen müssen so konstruiert sein, daß sie nicht in Kontakte für höhere Stromstärken passen.

Die normale Betriebsstromstärke und -Spannung sind auf dem festen Teil und auf dem Stecker sichtbar zu vermerken.

b) Kontaktvorrichtungen zum Anschluß transportabler Leitungen müssen, wenn sie Sicherungen enthalten, konstruktionsmäßig allpolig gesichert sein; bei Spannungen von mehr als 500 V müssen die Sicherungen außerhalb der Kontaktvorrichtungen angeordnet werden; siehe § 32 b.

c) Steckkontakte müssen innerhalb widerstandsfähiger nicht stromführender Hüllen liegen und so geordnet sein, daß zufällige Berührung stromführender Teile verhindert wird.

§ 13.

Widerstände und Heizapparate.

a) Die stromführenden Teile von Widerständen und Heizapparaten sind auf feuersicherer, gut isolierender Unterlage zu montieren, und soweit sie nicht für elektrische Betriebsräume bestimmt sind, mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu verkleiden.

b) Widerstände sind so zu bemessen, daß sie im normalen Betriebe keine für den Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen.

§ 14.

Schmelz-Sicherungen.

a) Die Abschmelzstromstärke einer Sicherung soll das Doppelte ihrer Normalstromstärke sein. Sicherungen bis einschließlich 50 A Normalstromstärke müssen mindestens den $1^1/_4$fachen Normalstrom dauernd tragen können; vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens 2 Minuten abschmelzen.

b) Die Sicherungen müssen einzeln bei der Betriebsspannung sicher funktionieren, solche, die für Strom bis zu 30 A bestimmt sind, auch bei der um 10% erhöhten Betriebsspannung. Zur Sicherheit der Funktion gehört, daß sie abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen zu erzeugen, und daß die etwaigen Explosionserscheinungen ungefährlich verlaufen. (Vergleiche die Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.)

d) Steckkontakte zum Anschluß transportabler Leitungen sind nur bis zu Spannungen bis zu 1500 V zulässig.

e) Wenn die Kontaktvorrichtung nicht so beschaffen oder angebracht ist, daß sie entsprechend den Betriebsbedürfnissen ohne Funkengefahr bedient werden kann, so müssen bezüglich der in §§ 33 erwähnten Ausschalter Vorkehrungen getroffen sein, welche das Einstecken und Ausziehen des Steckers unmöglich machen, solange die Ausschalter geschlossen sind.

f) Bei Steckern, welche für trockene Räume mit Spannungen bis 500 V bestimmt sind, darf Hartgummi als Isoliermaterial verwendet werden.

§ 13.

Widerstände und Heizapparate.

a) Die stromführenden Teile von Widerständen und Heizapparaten sind auf feuersicherer, gut isolierender Unterlage zu montieren, und soweit sie nicht für elektrische Betriebsräume bestimmt sind, mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu verkleiden. Soweit diese Schutzhülle aus Metall besteht, muß sie geerdet werden.

b) Widerstände sind so zu bemessen, daß sie im normalen Betriebe keine für den Betrieb oder die Umgebung bedenkliche Temperatur annehmen.

c) Heizapparate für mehr als 750 V sind nicht zulässig.

§ 14.

Schmelz-Sicherungen.

a) Die Abschmelzstromstärke einer Sicherung soll das Doppelte ihrer Normalstromstärke sein. Sicherungen bis einschließlich 50 A Normalstromstärke müssen mindestens den $1^1/_4$fachen Normalstrom dauernd tragen können; vom kalten Zustande aus plötzlich mit der doppelten Normalstromstärke belastet, müssen sie in längstens 2 Minuten abschmelzen.

b) Die Sicherungen müssen einzeln, auch bei der um 10% erhöhten Betriebsspannung, sicher funktionieren. Zur Sicherheit der Funktion gehört, daß sie abschmelzen, ohne einen dauernden Lichtbogen zu erzeugen, und daß die etwaigen Explosionserscheinungen ungefährlich verlaufen. (Vergleiche hierzu die Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial.)

c) Bei Sicherungen dürfen weiche, plastische Metalle und Legierungen nicht unmittelbar den Kontakt vermitteln, sondern die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen müssen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metall eingelötet sein.

d) Sicherungen von 6 bis 30 A müssen in dem Sinne unverwechselbar sein, daß die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken ausgeschlossen ist.

e) Die Normalstromstärke und die Maximalspannung sind auf dem Einsatz der Sicherung zu verzeichnen.

Isolier- und Befestigungskörper.

§ 15.

Holzleisten sind verboten, Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmäßig geerdeten Leitungen zulässig, sofern dafür gesorgt ist, daß der Leiter weder mechanisch noch chemisch durch die Art der Befestigung geschädigt wird.

Bei Akkumulatorenbatterien für mehr als 16 V Spannung ist Celluloid zur Verwendung als Kästen und außerhalb des Elektrolyten unzulässig.

§ 16.

Isolierglocken, -Rollen und -Ringe.

a) Isolierglocken, -Rollen und -Ringe sollen aus Porzellan, Glas oder gleichwertigem Material bestehen.

b) Sie müssen so geformt sein, daß die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand von den Befestigungsflächen gehalten werden können. Vergl. § 29.

c) Bei Sicherungen dürfen weiche, plastische Metalle und Legierungen nicht unmittelbar den Kontakt vermitteln, sondern die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen müssen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metall eingelötet sein.

d) Nichtausschaltbare Sicherungen müssen derart konstruiert oder angeordnet sein, daß sie auch unter Spannung mittels geeigneter Werkzeuge gefahrlos ausgewechselt werden können.

e) Die Normalstromstärke und die Maximalspannung sind auf dem Einsatz der Sicherung zu verzeichnen.

Isolier- und Befestigungskörper.

§ 15.

Holzleisten sind verboten, Krampen sind nur zur Befestigung von betriebsmäßig geerdeten Leitungen zulässig, sofern dafür gesorgt ist, daß der Leiter weder mechanisch noch chemisch durch die Art der Befestigung geschädigt wird.

§ 16.

Isolierglocken, -Rollen und -Ringe.

a) Isolierglocken, -Rollen und -Ringe sollen aus Porzellan, Glas oder gleichwertigem Material bestehen. Ringe sind nur gestattet, wenn sie durch Form und Größe eine sichere Isolation verbürgen.

b) Die Glocken, Rollen und Ringe müssen so geformt sein, daß die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand von den Befestigungsflächen gehalten werden können. Vgl. § 29.

c) Sie müssen, soweit sie für Gebrauchsspannungen von 2000 V oder mehr dienen sollen, in der Fabrik mit mindestens der doppelten Betriebsspannung geprüft sein.

§ 17.

Klemmen.

a) Klemmen müssen, soweit sie nicht für Bleikabel bestimmt sind, aus hartem Isoliermaterial oder entsprechend isoliertem Material bestehen.

b) Sie müssen so geformt sein, daß die an ihnen zu befestigenden Leitungen in genügendem Abstand von den Befestigungsflächen gehalten werden können.

§ 18.

Rohre.

a) Bei Metall- und Isolierrohren, in denen Leitungen verlegt werden sollen, muß die lichte Weite, sowie die Anzahl und der Radius der Krümmungen so gewählt sein, daß man die Drähte jederzeit leicht einziehen und entfernen kann. Die Rohre müssen ferner so eingerichtet sein, daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

b) Rohre, die für mehr als einen Draht bestimmt sind, müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

Lampen und Zubehör.

§ 19.

Glühlampen und Fassungen.

a) Die stromführenden Teile der Fassungen müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein.

b) Materialien, die entzündlich oder hygroskopisch sind oder in der Wärme Formveränderungen erleiden, dürfen nicht als Bestandteile von Fassungen verwendet werden.

§ 17.

Klemmen.

Klemmen (nur bedingt zu verwenden, vgl. § 29) müssen entweder durch eine Glocke oder Rolle gestützt oder so ausgebildet sein, daß merkliche Oberflächenleitung ausgeschlossen ist.

§ 18.

Rohre.

a) Bei Metall- und Isolierrohren, in denen Leitungen verlegt werden sollen, muß die lichte Weite, sowie die Anzahl und der Radius der Krümmungen so gewählt sein, daß man die Drähte jederzeit leicht einziehen und entfernen kann. Die Rohre müssen ferner so eingerichtet sein, daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

b) Rohre, die für mehr als einen Draht bestimmt sind, müssen mindestens 15 mm lichte Weite haben.

c) Verbindungsdosen müssen genügend weit und so eingerichtet sein, daß jeder ungehörige Spannungs- oder Stromübergang ausgeschlossen ist.

d) Rohre dienen wesentlich als mechanischer Schutz; sie müssen dementsprechend aus widerstandsfähigem Material von genügender Stärke bestehen. (Vgl. § 30a.)

Lampen und Zubehör.

§ 19.

Glühlampen und Fassungen.

a) Die stromführenden Teile der Fassungen müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und durch feuersichere Umhüllung, die jedoch nicht unter Spannung gegen Erde stehen darf, vor Berührung geschützt sein.

b) Materialien, die entzündlich oder hygroskopisch sind oder in der Wärme Formveränderungen erleiden, dürfen nicht als Bestandteile von Fassungen verwendet werden.



c) Fassungen für Spannungen über 250 V dürfen keine Ausschalter haben.

Die Ausschalter an Fassungen für niedrigere Spannung müssen den Bedingungen des § 11 Absatz a) genügen.

d) Die unter Spannung stehenden Teile der Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein.

e) Glühlampen, die in der Nähe von entzündlichen Stoffen angebracht werden sollen, müssen mit Schalen, Schirmen, Schutzgläsern oder Drahtgittern versehen sein, durch welche die Berührung der Lampen mit den entzündlichen Stoffen verhindert wird.

f) Bei Handlampen müssen die Griffe, sofern sie nicht zuverlässig geerdet sind, aus Isoliermaterial bestehen. Der Schutzkorb muß direkt auf dem isolierenden bezw. zuverlässig geerdeten Griff sitzen und die Leitungseinführung mit Isoliermaterial ausgekleidet sein. Hahnfassungen an Handlampen sind verboten.

§ 20.

Bogenlampen.

a) Bogenlampen dürfen ohne Vorrichtungen, die ein Herausfallen glühender Kohleteilchen verhindern, nicht verwendet werden. Bei Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen (Dauerbrandlampen) sind keine besonderen Vorrichtungen hierfür erforderlich.

b) Die Bogenlampen sind gut isoliert in die Laternen (Gehänge, Armaturen) einzusetzen und diese, sofern sie aufgehängt sind, von Erde zu isolieren.

c) Lampen und Laternen müssen so gebaut sein, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann, insbesondere müssen die Einführungsöffnungen für die Leitungen so beschaffen sein, daß die Isolierhüllen nicht verletzt werden und daß sie kein Wasser eindringen lassen.

d) Soweit die Zuleitungsdrähte in den Gebrauchsanlagen der Lampe der Berührung zugänglich sind, müssen sie isoliert sein.

e) Sollen die Zuleitungsdrähte sogleich als Aufhängevorrichtung dienen, so dürfen die Anschlußstellen der Drähte

c) Fassungen dürfen keine Ausschalter enthalten.

d) Die unter Spannung stehenden Teile der Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein.

Vgl. § 35.

§ 20.

Bogenlampen.

a) Bogenlampen dürfen ohne Vorrichtungen, die ein Herausfallen glühender Kohleteilchen verhindern, nicht verwendet werden. Bei Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen (Dauerbrandlampen) sind keine besonderen Vorrichtungen hierfür erforderlich.

b) Die Bogenlampen sind gut isoliert in die Laternen (Gehänge, Armaturen) einzusetzen und diese, sofern sie aufgehängt sind, von Erde zu isolieren.

Wegen Aufhängevorrichtungen vgl. § 35 b.

c) Lampen und Laternen müssen so gebaut sein, daß sich in ihnen kein Wasser ansammeln kann, insbesondere müssen die Einführungsöffnungen für die Leitungen so beschaffen sein, daß die Isolierhüllen nicht verletzt werden und daß sie kein Wasser eindringen lassen.

d) Soweit die Zuleitungsdrähte in den Gebrauchsanlagen der Lampe der Berührung zugänglich sind, müssen sie isoliert sein.

e) Die Zuleitungsdrähte dürfen nicht als Aufhängevorrichtung dienen.

nicht durch Zug beansprucht und die Drähte nicht verdrillt werden.

§ 21.

Beleuchtungskörper, auch Schnurpendel.

a) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Beleuchtungskörpern müssen im Lichten so weit bemessen und von Grat frei sein, daß die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolierung durchgezogen werden können; die engsten für zwei Drähte bestimmten Rohre müssen wenigstens 6 mm im Lichten haben.

b) In und an Beleuchtungskörpern darf nur Gummiader mindestens sogenannte Fassungsader, nach den für diesen Zweck ausgearbeiteten Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker benutzt werden.

c) Abzweigstellen in Beleuchtungskörpern müssen tunlichst zentralisiert werden.

d) Schnurpendel mit biegsamer Leitungsschnur sind nur dann zulässig, wenn das Gewicht der Lampe nebst Schirm von einer besonderen Tragschnur getragen wird, die mit der Schnur verflochten sein kann. Sowohl an der Aufhängestelle als auch an der Fassung müssen die Leitungsdrähte länger sein als die Tragschnur, damit kein Zug auf die Verbindungsstelle ausgeübt wird.

C. Verlegungsvorschriften.

1. Erdung.

§ 22.

a) Alle Verbindungen in Erdungsleitungen müssen durch Verlötung hergestellt sein, doch kann der Anschluß an Erdungsschalter und an dem zu erdenden Gegenstand auch durch Verschrauben hergestellt sein.

§ 21.

Beleuchtungskörper.

a) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume von Beleuchtungskörpern müssen im Lichten so weit bemessen und von Grat frei sein, daß die einzuführenden Drähte sicher ohne Verletzung der Isolierung durchgezogen werden können; die engsten für zwei Drähte bestimmten Rohre müssen wenigstens 12 mm im Lichten haben.

b) In und an Beleuchtungskörpern muß mindestens Gummiaderleitung verwendet werden. Fassungsader ist ausgeschlossen.

Für Reihenschaltung kann Gummiaderleitung auch bei einer Maschinenspannung von mehr als 1000 V verwendet werden, soweit zwischen zwei benachbarten Gummiaderleitungen eine geringere Spannung als 1000 V herrscht und die Beleuchtungskörper durch die ganze Art der Montage für die höchste in Betracht kommende Spannung dauernd gegen Erde isoliert und unzugänglich angebracht werden.

c) Abzweig- und Verbindungsstellen in Beleuchtungskörpern sind nicht zulässig.

d) Schnurpendel sind unzulässig.

C. Verlegungsvorschriften.

1. Erdung.

§ 22.

a) Alle Verbindungen in Erdungsleitungen müssen durch Verlötung hergestellt sein, doch kann der Anschluß an Erdungsschalter und an dem zu erdenden Gegenstand auch durch Verschrauben hergestellt sein.

b) Der Querschnitt der Erdungsleitungen ist mit Rücksicht auf die zu erwartenden Erdschlußstromstärken zu bemessen. Die Erdungsleitungen müssen gegen mechanische und chemische Beschädigungen geschützt werden.

c) Es ist für möglichst geringen Erdungswiderstand Sorge zu tragen.

Als Erdelektroden dienen Platten, Drahtnetze, Gitterwerk und dergl.

Rohrleitungen können zur Erdung mitbenutzt werden, dürfen aber nicht als ausschließliche Erdung dienen.

d) Die in einem Gebäude befindlichen Erdungsleitungen müssen sämtlich unter sich gut leitend verbunden sein.

e) Es ist verboten, Strecken einer geerdeten Betriebsleitung durch Erde allein zu ersetzen.

f) Der neutrale Mittelleiter von Gleichstrom-Dreileitersystemen mit einer höheren Spannung als 2×120 V muß geerdet sein.

2. Freileitungen.

§ 23.

a) Bei Freileitungen kann, wenn die Festigkeitsrücksichten es wünschenswert machen, Kupfer verwendet werden, welches den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht entspricht.

b) Der geringste zulässige Metallquerschnitt von blanken oder isolierten Freileitungen aus Kupfer ist 6 qmm.

c) Freileitungen können mit größeren Stromstärken belastet werden als der Tabelle im § 5 entspricht, sofern dadurch ihre Festigkeit nicht merklich leidet.

d) Freileitungen dürfen nur auf Porzellanglocken oder gleichwertigen Isoliervorrichtungen verlegt werden, wobei die Glocken in aufrechter Stellung zu befestigen sind.

b) Der Querschnitt der Erdungsleitungen ist mit Rücksicht auf die zu erwartenden Erdschlußstromstärken zu bemessen. Die Erdungsleitungen müssen gegen mechanische und chemische Beschädigungen geschützt werden.

c) Es ist für möglichst geringen Erdungswiderstand Sorge zu tragen.

Als Erdelektroden dienen Platten, Drahtnetze, Gitterwerk und dergl.

Rohrleitungen können zur Erdung mitbenutzt werden, dürfen aber nicht als ausschließliche Erdung dienen.

d) Die in einem Gebäude befindlichen Erdungsleitungen müssen sämtlich unter sich gut leitend verbunden sein.

e) Es ist verboten, Strecken einer geerdeten Betriebsleitung durch Erde allein zu ersetzen.

2. Freileitungen.

§ 23.

a) Träger und Schutzverkleidungen von Leitungen, welche mehr als 500 V gegen Erde führen, müssen durch einen deutlich sichtbaren roten Zickzackpfeil (Blitzpfeil) gekennzeichnet sein.

b) Für Freileitungen müssen blanke Leitungen verwendet werden.

Wo ätzende Dünste zu befürchten sind, ist ein schützender Anstrich gestattet.

c) Bei Freileitungen kann, wenn Festigkeitsrücksichten es wünschenswert machen, Kupfer verwendet werden, welches den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker nicht entspricht.

d) Der geringste zulässige Metallquerschnitt von Freileitungen aus hartgezogenem Kupfer oder anderem Material von mindestens gleich großer Zugfestigkeit ist 10 qmm, Leitungen aus Material von geringerer Zugfestigkeit müssen einen entsprechend größeren Querschnitt haben.



e) Freileitungen müssen mindestens 5 m von der Erdoberfläche entfernt sein.

f) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend sind Freileitungen durch Blitzschutzvorrichtungen zu sichern, die auch bei wiederholten Entladungen wirksam bleiben.

g) Freileitungen, sowie Apparate an Freileitungen sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel nicht zugänglich sind.

h) Sofern in Freileitungen Transformatoren vorkommen, ist die Vorschrift § 25 b) zu befolgen.

i) Bezüglich der Sicherung vorhandener Telephon- und Telegraphenleitungen wird auf das Reichstelegraphengesetz vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegegesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

e) Auf Zug beanspruchte Verbindungen zwischen Leitungen müssen so ausgeführt werden, daß die Verbindungsstelle mindestens die gleiche Zugfestigkeit besitzt, wie die Leitung selbst.

f) Freileitungen können mit größeren Stromstärken belastet werden als der Tabelle in § 5 entspricht, sofern dadurch ihre Festigkeit nicht merklich leidet.

g) Freileitungen dürfen nur auf Porzellanglocken, Rillenisolatoren, oder gleichwertigen Isoliervorrichtungen verlegt werden, wobei die Glocken in aufrechter Stellung zu befestigen sind.

Es ist darauf zu achten, daß die Leitungsdrähte an den Isolatoren sicher und unverrückbar befestigt werden und daß die Befestigungsstücke keine scheuernde oder schneidende Wirkung auf sie üben.

h) Freileitungen müssen mit ihren tiefsten Punkten mindestens 6 m, bei Wegübergängen mindestens 7 m von der Erde entfernt sein.

i) Spannweite und Durchhang müssen so bemessen werden, daß Gestänge aus Holz mit zehnfacher und aus Eisen mit fünffacher Sicherheit, und Leitungen bei minus 20° C mit fünffacher Sicherheit (bei Leitungen aus hartgezogenem Metall mit dreifacher Sicherheit), beansprucht sind. Dabei ist der Winddruck mit 125 kg für 1 qm senkrecht getroffener Fläche in Rechnung zu bringen.

k) Freileitungen, sowie Apparate an Freileitungen sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel nicht zugänglich sind.

l) Freileitungen in Ortschaften müssen während des Betriebes streckenweise ausschaltbar sein.

m) Wenn eine Leitung über Ortschaften und bewohnte Grundstücke geführt wird, oder wenn sie sich einer Fahrstraße soweit nähert, daß die Vorüberkommenden durch Draht- oder Mastbrüche gefährdet werden können, müssen die Leitungsdrähte entweder so hoch angebracht werden, daß im Falle eines Drahtbruches die herabhängenden Enden mindestens 3 m vom Erdboden entfernt sind, oder es müssen Vorrichtungen angebracht werden, welche das Herabfallen der Leitungen verhindern, oder es müssen andere Vorrich-

tungen vorhanden sein, welche die herabgefallenen Teile selbst spannungslos machen.

n) Sofern in Freileitungen Transformatoren vorkommen, sind die Vorschriften des § 25 zu beachten.

o) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend, sind Freileitungen mit besonderer Rücksicht auf die mit ihnen verbundenen Generatoren, Motoren und Transformatoren durch Blitzschutzvorrichtungen zu sichern, die auch bei wiederholten Entladungen wirksam bleiben.

Wenn verschiedene Phasen oder Polaritäten durch benachbarte Blitzableiter gesichert werden, ist darauf zu achten, daß die Erdplatten keine gefährliche Spannung im Boden zwischenliegender Wege oder sonstiger von Menschen begangener Stellen erzeugen.

p) Schutznetze dürfen sowohl offen wie geschlossen konstruiert sein. In beiden Fällen jedoch muß durch ihre Form und ihre Lage den Leitungsdrähten gegenüber dafür gesorgt sein, daß erstens eine zufällige Berührung zwischen dem Netz und den intakten Leitungsdrähten verhindert wird und daß zweitens ein gebrochener Draht auch bei starkem Winde sicher abgefangen wird.

Schutznetze müssen, wo sie nicht gut geerdet werden können, isoliert sein.

q) Bei Winkelpunkten sind Fangbügel anzubringen, welche beim Bruch von Isolatoren das Herabfallen der Leitungen verhindern.

r) Bei Freileitungen, die 1000 V oder mehr führen, müssen Ankerdrähte in einer Höhe von mindestens 3 m mit Abspannisolatoren versehen sein. Eisenmaste müssen, falls sie nicht gut geerdet werden können, bis 2 m Höhe mit einer abstehenden Schutzverkleidung (z. B. aus Holz) versehen sein; die Erdleitungen der Blitzableiter müssen bis 2 m Höhe gegen Berührung geschützt sein.

s) Wenn Freileitungen parallel mit anderen Leitungen verlaufen, ist die Führung der Drähte so einzurichten, oder es sind solche Vorkehrungen zu treffen, daß eine Berührung der beiden Arten von Leitungen miteinander verhütet oder ungefährlich gemacht wird.

Bei Kreuzungen mit anderen Leitungen sind Schutznetze oder Schutzdrähte zu verwenden, sofern nicht durch besondere

3. Einführung von Freileitungen in Gebäude.

§ 24.

Bei Einführung von Freileitungen in Gebäude sind entweder die Drähte frei und straff durchzuspannen, oder es muß für jede Leitung ein isolierendes und feuersicheres Einführungsrohr verwendet werden, dessen Gestaltung keine merkliche Oberflächenleitung zuläßt.

4. Anlagen in Gebäuden.

4a. Gebäude im allgemeinen.

§ 25.

Aufstellung von Generatoren, Motoren und Transformatoren.

a) Generatoren, Motoren, rotierende Umformer u. s. w. sind so aufzustellen, daß etwaige im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

b) Um den Übertritt von Hochspannung in Stromkreise für Niederspannung, sowie das Entstehen von Hochspannung in letzteren zu verhindern, bezw. ungefährlich zu machen, sind geeignete Vorrichtungen, z. B. erdende oder kurz-

Hilfsmittel eine gegenseitige Berührung auch im Falle eines Drahtbruches verhindert oder ungefährlich gemacht wird.

t) Wenn Niederspannungsleitungen an einem Gestänge für Hochspannung geführt werden, so sind Vorrichtungen anzubringen, die bei Bruch der Leitungen oder der Isolatoren die Berührung der verschiedenen Leitungen miteinander bezw. das Übertreten hoher Spannung in die Niederspannungsleitungen verhindern oder ungefährlich machen.

u) Wenn Telephonleitungen an einem Freileitungsgestänge für Starkstrom hoher Spannung geführt sind, so müssen die Telephonstationen eingerichtet sein, daß auch bei eventueller Berührung zwischen den beiderseitigen Leitungen eine Gefahr für die Sprechenden ausgeschlossen ist.

v) Bezüglich der Sicherung vorhandener Telephon- und Telegraphenleitungen wird auf das Reichstelegraphengesetz vom 6. April 1892 und auf das Telegraphenwegegesetz vom 18. Dezember 1899 verwiesen.

3. Einführung von Freileitungen in Gebäude.

§ 24.

Bei Einführung von Freileitungen in Gebäude sind entweder die Drähte frei und straff durchzuspannen, oder es muß für jede Leitung ein isolierendes und feuersicheres Einführungsrohr verwendet werden, dessen Gestaltung keine merkliche Oberflächenleitung zuläßt.

4. Anlagen in Gebäuden.

4a. Gebäude im allgemeinen.

§ 25.

Aufstellung von Generatoren, Motoren und Transformatoren.

a) Generatoren, Motoren, rotierende Umformer u. s. w. sind so aufzustellen, daß etwaige im Betriebe der elektrischen Einrichtung auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

b) Um den Übertritt von Hochspannung in Stromkreise für Niederspannung, sowie das Entstehen von Hochspannung in letzteren zu verhindern, bezw. ungefährlich zu machen, sind geeignete Vorrichtungen, z. B. erdende oder kurz-

schließende oder abtrennende Sicherungen vorzusehen, oder es sind geeignete Punkte zu erden.

c) Außerhalb elektrischer Betriebsräume müssen die unter Spannung stehenden Teile gegen zufällige Berührung geschützt sein.

§ 26.

Leitungen im allgemeinen.

a) Alle Leitungen müssen so verlegt werden, daß sie nach Bedarf geprüft und ausgewechselt werden können.

Für unterirdisch verlegte Kabel gilt diese Vorschrift nur bezüglich der Prüfung.

b) Soweit festverlegte Leitungen der mechanischen Beschädigung ausgesetzt sind, oder soweit sie im Handbereich liegen, müssen sie durch Verkleidungen geschützt werden,

schließende oder abtrennende Sicherungen vorzusehen, oder es sind geeignete Punkte zu erden.

c) Generatoren und Motoren müssen

entweder gut isoliert und in diesem Falle mit einem gut isolierenden Bedienungsgange umgeben sein,

oder sie sollen geerdet, und soweit der Fußboden in ihrer Nähe leitend ist, mit demselben leitend verbunden sein. Zur Erdung und zur Verbindung mit dem Fußboden sollen Kupferdrähte von mindestens 25 qmm Querschnitt benutzt werden, die gegen schädliche mechanische oder chemische Eingriffe geschützt sind.

In beiden Fällen sollen ihre stromführenden Teile während des Betriebes der zufälligen Berührung entzogen sein. Soweit in Gleichstromanlagen die betr. Spannung 750 V nicht überschreitet und die Bedienung nur durch instruiertes Personal bewerkstelligt wird, kann von dieser Vorschrift abgesehen werden.

d) Transformatoren außerhalb elektrischer Betriebsräume müssen entweder allseitig in geerdete Metallgehäuse eingeschlossen oder in besonderen Schutzverschlägen untergebracht sein. Ausgenommen von dieser Vorschrift sind Transformatoren, welche in Freileitungen unzugänglich angebracht sind.

e) An jedem Transformator, mit Ausnahme von Meßtransformatoren sollen Vorrichtungen angebracht sein, welche gestatten, das Gestell desselben gefahrlos zu erden.

f) Bei Reihenausschaltung von Transformatoren muß dafür gesorgt sein, daß bei Unterbrechung des sekundären Stromkreises eine gefährliche Erhitzung des Transformators nicht eintreten kann.

§ 26.

Leitungen im allgemeinen.

a) Alle Leitungen müssen so verlegt werden, daß sie nach Bedarf geprüft und ausgewechselt werden können.

Für unterirdisch verlegte Kabel gilt diese Vorschrift nur bezüglich der Prüfung.

b) Soweit festverlegte Leitungen der mechanischen Beschädigung ausgesetzt sind, oder soweit sie im Handbereich liegen, müssen sie durch Verkleidungen geschützt werden,

die so hergestellt sein sollen, daß die Luft frei durchstreichen kann. Rohre gelten als Schutzverkleidung. Armierte Bleikabel und metallumhüllte Leitungen, sowie sämtliche Leitungen in elektrischen Betriebsräumen unterliegen dieser Vorschrift nicht.

c) Transportable Leitungen dürfen an festverlegte Leitungen nur mittels lösbarer Kontakte (§ 12) angeschlossen werden. Soweit transportable Leitungen roher Behandlung ausgesetzt sind, müssen sie gegen mechanische Beschädigung besonders geschützt sein.

d) Die Verbindung von Leitungen untereinander, sowie die Abzweigung von Leitungen geschieht mittels Lötung, Verschraubung oder gleichwertiger Verbindung.

Abzweigungen von festverlegten Mehrfachleitungen nach § 8 müssen mit Abzweigklemmen auf isolierender Unterlage ausgeführt werden.

An und in Beleuchtungskörpern sind Lötungen zulässig.

e) Zum Löten dürfen keine Lötmittel verwendet werden, welche das Metall angreifen.

f) Bei Verbindungen oder Abzweigungen von isolierten Leitungen ist die Verbindungsstelle in einer der sonstigen Isolierung möglichst gleichwertigen Weise zu isolieren. Die Anschluß- und Abzweigstellen müssen von Zug entlastet sein.

g) Kreuzungen von stromführenden Teilen unter sich mit sonstigen Metallteilen sind so auszuführen, daß Berührung ausgeschlossen ist. Kann kein genügender Abstand eingehalten werden, so sollen isolierende Rohre übergeschoben oder isolierende Platten dazwischen gelegt werden, um die Berührung zu verhindern. Rohre und Platten sind sorgfältig zu befestigen und gegen Lageveränderung zu schützen.

h) Bei Einrichtungen, bei denen ein Zusammenlegen von mehr als 3 Leitungen unvermeidlich ist (z. B. Reguliervorrichtungen) dürfen Gummiaderleitungen so verlegt werden, daß sie sich berühren, wenn eine Lagenveränderung ausgeschlossen ist.

die so hergestellt sein sollen, daß die Luft frei durchstreichen kann. Armierte Bleikabel und metallumhüllte Leitungen, sowie sämtliche Leitungen in elektrischen Betriebsräumen unterliegen dieser Vorschrift nicht. Über Rohre siehe § 30.

c) Transportable Leitungen dürfen an festverlegte Leitungen nur mittels lösbarer Kontakte angeschlossen werden. Vergleiche hierzu die §§ 7, 8 und 12. Soweit transportable Leitungen roher Behandlung ausgesetzt sind, müssen sie gegen mechanische Beschädigung besonders geschützt sein.

d) Die Verbindung von Leitungen untereinander, sowie die Abzweigung von Leitungen geschieht mittels Lötung, Verschraubung oder gleichwertiger Verbindung.

e) Zum Löten dürfen keine Lötmittel verwendet werden, welche das Metall angreifen.

f) Bei Verbindungen oder Abzweigungen von isolierten Leitungen ist die Verbindungsstelle in einer der sonstigen Isolierung möglichst gleichwertigen Weise zu isolieren. Die Anschluß- und Abzweigstellen müssen von Zug entlastet sein.

g) Kreuzungen von stromführenden Leitungen unter sich und mit sonstigen Metallteilen sind so auszuführen, daß Berührung ausgeschlossen ist.

h) Ist das Zusammenlegen von mehreren Leitungen unvermeidlich, so sind oberhalb 1000 V Spezial-Gummiaderleitungen oder Kabel zu verwenden.

i) Alle nicht betriebsmäßig geerdeten Leitungen, mit Ausnahme von Kabeln in und an Gebäuden, müssen entweder durch ihre Lage und Anordnung oder durch Schutzverkleidung gegen Berührung und Beschädigung geschützt sein. Diese Schutzverkleidung muß die in §§ 27—29

§ 27.

Wand- und Deckendurchführungen.

a) Durch Wände und Decken sind die Leitungen entweder der in den betr. Räumen gewählten Verlegungsart entsprechend hindurchzuführen oder es sind haltbare Rohre aus Isoliermaterial zu verwenden, und zwar für jede einzeln verlegte Leitung und für jede Mehrfachleitung je ein Rohr.

Diese Durchführungsrohre müssen an den Enden mit Tüllen aus feuersicherem Isoliermaterial versehen und so weit sein, daß die Drähte leicht darin bewegt werden können.

In feuchten Räumen sind entweder Porzellanrohre zu verwenden, deren Enden nach Art der Isolierglocken ausgebildet sind, oder die Leitungen sind frei durch genügend weite Kanäle zu führen.

Über Fußböden müssen die Rohre mindestens 10 cm vorstehen und gegen mechanische Beschädigungen sorgfältig geschützt sein.

vorgeschriebenen Abstände haben und, soweit sie der Berührung durch Personen zugänglich sind, aus feuchtigkeitsbeständigem Isoliermaterial (mit Isoliermasse imprägniertes Holz ist zulässig) oder aus geerdetem Metall bestehen. Netze müssen in diesem Fall höchstens 5 cm Maschenweite und wenigstens $1^1/_2$ mm Drahtdicke haben.

k) Wenn die äußere Metallhülle von Kabeln und Panzerleitungen zuverlässig geerdet werden kann, so genügt diese Erdung. Andernfalls müssen sie, soweit sie der Berührung zugänglich sind, durch eine Verkleidung geschützt werden, welche entweder isolierend ist oder aus geerdetem Metall besteht.

l) Wenn eine Leitung an der Außenseite eines Gebäudes geführt ist, so darf, einerlei ob sie blank oder isoliert ist, ihr Abstand von der äußeren Gebäudewand oder der Schutzverkleidung an keiner Stelle weniger als 1 cm für je 1000 V, muß aber mindestens 10 cm betragen.

§ 27.

Wand- und Deckendurchführungen.

a) Durch Wände und Decken sind die Leitungen entweder der in den betr. Räumen gewählten Verlegungsart entsprechend hindurchzuführen oder es sind haltbare Rohre aus Isoliermaterial zu verwenden, und zwar für jede einzeln verlegte Leitung und für jede Mehrfachleitung je ein Rohr.

Diese Durchführungsrohre müssen an den Enden mit Tüllen aus feuersicherem Isoliermaterial versehen und so weit sein, daß die Drähte leicht darin bewegt werden können.

In feuchten Räumen sind entweder Porzellan- oder gleichwertige Rohre zu verwenden, deren Gestalt keine merkliche Oberflächenleitung zuläßt, oder die Leitungen sind frei durch genügend weite Kanäle zu führen.

Über Fußböden müssen die Rohre mindestens 10 cm, über Decken und Wandflächen mindestens 5 cm vorstehen und müssen gegen mechanische Beschädigungen sorgfältig geschützt sein.

Für Spannungen über 1000 V muß entweder unter Innehaltung einer Entfernung von 1 cm für je 1000 V, mindestens aber von 5 cm zwischen Wand und Leitung, ein Kanal hergestellt werden, welcher die Durchführung der Leitung von

b) Armierte Bleikabel, metallumhüllte Leitungen, sowie betriebsmäßig geerdete Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen dieses Paragraphen, sind aber gegen die Einflüsse der Mauerfeuchtigkeit zu schützen, z. B. durch Anstrich.

§ 28.

Blanke Leitungen in Gebäuden.

a) Offen verlegte blanke Leitungen aus Kupfer oder anderen Metallen von mindestens gleicher Bruchfestigkeit müssen einen Minimalquerschnitt von 4 qmm haben.

b) Sie dürfen nur auf Isolierglocken oder gleichwertigen Vorrichtungen verlegt werden und müssen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, bei Spannweiten von mehr als 6 m mindestens 20 cm, bei Spannweiten von 4 bis 6 m mindestens 15 cm und bei kleineren Spannweiten mindestens 10 cm voneinander, in allen Fällen aber mindestens 10 cm von der Wand bezw. von Gebäudeteilen entfernt sein.

Bei Verbindungsleitungen zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln, bei Zellenschalterleitungen und bei parallel geführten Speise-, Steig- und Verteilungsleitungen können starke Kupferschienen, sowie starke Kupferdrähte in kleineren Abständen voneinander verlegt werden.

c) Blanke Leitungen außerhalb elektrischer Betriebs- und Akkumulatorenräume sind gegen zufällige Berührung zu schützen.

d) Betriebsmäßig geerdete blanke Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen b) und c) dieses Paragraphen, müssen aber gegen die bei normaler Benutzung des betreffenden Raumes vorauszusetzenden Beschädigungen geschützt sein.

Isolierglocken aus gestattet, oder es sind Porzellan- oder gleichwertige Isolierrohre zu verwenden, deren Gestaltung eine merkliche Oberflächenleitung ausschließt. Für jede Leitung ist, abgesehen von Mehrfachleitungen, ein besonderes Rohr vorzusehen.

b) Armierte Bleikabel und betriebsmäßig geerdete Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen dieses Paragraphen, sind aber gegen die Einflüsse der Mauerfeuchtigkeit zu schützen, z. B. durch Anstrich.

§ 28.

Blanke Leitungen in Gebäuden.

a) Blanke Leitungen außerhalb elektrischer Betriebs- und Akkumulatorenräume sind nur als Kontaktleitungen, und zwar nur bis zu 1000 V gestattet. Bei mehr als 1000 V sind sie nur in elektrischen Betriebs- und Akkumulatorenräumen zulässig.

b) Sie dürfen nur auf Isolierglocken oder gleichwertigen Vorrichtungen verlegt werden und müssen, soweit sie nicht unausschaltbare Parallelzweige sind, voneinander, von der Wand oder anderen Gebäudeteilen und von der eigenen Schutzverkleidung nicht weniger als 1 cm für je 1000 V, mindestens aber 10 cm entfernt sein. Die Spannweite der Leitungen soll, wo nicht besondere Verhältnisse eine Abweichung bedingen, nicht mehr als 3 m betragen.

Bei Verbindungsleitungen zwischen Akkumulatoren, Maschinen und Schalttafeln, bei Zellenschalterleitungen und bei parallel geführten Speise-, Steig- und Verteilungsleitungen können starke Kupferschienen, sowie starke Kupferdrähte in kleineren Abständen voneinander verlegt werden.

c) Betriebsmäßig geerdete blanke Leitungen fallen nicht unter die Bestimmungen dieses Paragraphen, müssen aber gegen die bei normaler Benutzung des betreffenden Raumes vorauszusetzenden Beschädigungen geschützt sein.

Isolierte Drähte und Schnurleitungen.

§ 29.

Verlegung mit Glocken, Rollen, Ringen und Klemmen.

a) Glocken sollen nur in aufrechter Stellung bzw., wenn eine Neigung nicht zu vermeiden ist, so angebracht werden, daß sich kein Wasser in ihnen ansammeln kann.

b) Glocken, Rollen, Ringe und Klemmen, die zur Verlegung von Draht- und Schnurleitungen dienen, müssen so angebracht werden, daß sie die Leitungen mindestens 10 mm von der Wand entfernt halten.

c) Bei Führung der Leitungen auf Rollen längs der Wand muß auf höchstens 80 cm eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an der Decke können den örtlichen Verhältnissen entsprechend größere Abstände ausnahmsweise gewählt werden.

d) Mehrfachleitungen dürfen nicht so befestigt werden, daß ihre Einzelleiter aufeinander gepreßt werden. Metallene Bindedrähte sind bei ungepanzerten Mehrfachleitungen unzulässig. Für Führung der Leitung auf Rollen gilt die Vorschrift unter b).

e) Mehrfachleitungen dürfen nicht zur Aufhängung von Lampen u. s. w. benutzt werden, soweit sie nicht eine besondere Tragschnur enthalten, vgl. § 21 d).

§ 30.

Verlegung in Rohren.

a) Papierrohre ohne Metallüberzug dürfen nicht unter Putz verlegt werden.

Isolierte Drähte und Schnurleitungen.

§ 29.

Verlegung mit Glocken, Rollen usw.

a) Wegen des zu verwendenden Materials vgl. die §§ 16 und 17.

b) Glocken, Rollen u. s. w., die zur Verlegung von Leitungen dienen, müssen so angebracht werden, daß sie die Leitungen bis 500 V mindestens 1 cm, bis 1000 V mindestens 2 cm, oberhalb 1000 V mindestens 1 cm für je 1000 V, zum wenigsten aber 5 cm von der Wand entfernt halten.

Isolierende Schutzverkleidungen müssen von den Leitungen mindestens 5 cm abstehen.

c) Es ist unzulässig, zwei oder mehr Drähte von verschiedener Polarität oder Phase in eine Klemme zu legen.

d) Bei Führung der Leitungen auf gewöhnlichen Rollen längs der Wand muß auf höchstens 80 cm eine Befestigungsstelle kommen. Bei Führung an der Decke können den örtlichen Verhältnissen entsprechend größere Abstände ausnahmsweise gewählt werden.

e) Mehrfachleitungen dürfen nicht so befestigt werden, daß ihre Einzelleiter aufeinander gepreßt werden. Metallene Bindedrähte sind bei Mehrfachleitungen unzulässig. Für Führung von Mehrfachleitungen auf Rollen gilt die unter b) gegebene Abstandsvorschrift.

f) Mehrfachleitungen dürfen nur dann zur Aufhängung von Bogenlampen und Glühlampen benutzt werden, wenn sie eine besondere Tragschnur enthalten.

§ 30.

Verlegung in Rohren.

a) Rohre dürfen nur für Spannungen bis 500 V unter Putz verlegt werden. Alle Rohre sollen einen metallenen Körper oder Überzug haben, der so stark ist, daß er den nach den Ortsverhältnissen zu erwartenden mechanischen Angriffen sicher widersteht.

b) Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind nicht statthaft.

c) Die lichte Weite der Rohre, die Zahl und der Radius der Krümmungen, sowie die Anzahl und Lage der Verbindungsdosen müssen so gewählt sein, daß man die Drähte leicht einziehen und entfernen kann.

d) Leitungen verschiedener Stromkreise dürfen nicht zusammen in ein und dasselbe Rohr verlegt werden. Im allgemeinen ist es gestattet, 3 Drähte desselben Stromkreises bis zu je 6 qmm Kupferquerschnitt in ein einziges Rohr zu verlegen. Wenn aber Leitungen, welche Wechselstrom oder Mehrphasenstrom führen, in eisernen oder eisenüberzogenen Rohren liegen, müssen sie ohne Rücksicht auf Anzahl und Drahtquerschnitt so zusammengelegt werden, daß die Summe der durch das Rohr gehenden Ströme null ist. Vergleiche außerdem § 26h.

e) Rohre für mehr als einen Draht müssen mindestens 11 mm lichte Weite haben.

f) In Metallrohren, auch solchen mit Längsschlitz, ohne isolierende Auskleidung müssen die Drähte mindestens nach § 7 c) isoliert sein.

g) Die Rohre sind so herzurichten, daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

h) Die Rohre sind so zu verlegen, daß sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

§ 31.

Verlegung von Kabeln.

a) Bleikabel jeder Art dürfen nur mit Endverschlüssen, Muffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, welche das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluß gestatten, verwendet werden.

b) Blanke und asphaltierte Bleikabel dürfen nur da verlegt werden, wo sie gegen die im normalen Betriebe zu erwartenden mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

Bei blanken Bleikabeln ist außerdem besondere Vorsicht gegen chemische Einflüsse geboten.

b) Drahtverbindungen innerhalb der Rohre sind nicht statthaft.

c) Die lichte Weite der Rohre, die Zahl und der Radius der Krümmungen, sowie die Anzahl und Lage der Verbindungsdosen müssen so gewählt sein, daß man die Drähte leicht einziehen und entfernen kann.

d) Leitungen, welche Wechsel- oder Mehrphasenstrom führen, müssen so zusammengelegt werden, daß die Summe der durch das Rohr gehenden Ströme Null ist. (Vergleiche auch § 26 h.)

e) Rohre für mehr als eine Leitung müssen mindestens 15 mm lichte Weite haben.

f) Jede Leitung, die in ein Rohr eingezogen werden soll, muß für sich die der Spannung entsprechende Isolierung haben.

g) Die Rohre sind so herzurichten, daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile und scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

h) Die Rohre sind so zu verlegen, daß sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

i) Die Stoßstellen der Rohre sind metallisch zu verbinden, und die Rohre sind zu erden.

§ 31.

Verlegung von Kabeln.

a) Bleikabel jeder Art dürfen nur mit Endverschlüssen, Muffen oder gleichwertigen Vorkehrungen, welche das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern und gleichzeitig einen guten elektrischen Anschluß gestatten, verwendet werden.

b) Blanke und asphaltierte Bleikabel dürfen nur da verlegt werden, wo sie gegen die im normalen Betriebe zu erwartenden mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

Bei blanken Bleikabeln ist außerdem besondere Vorsicht gegen chemische Einflüsse geboten.

c) An den Befestigungsstellen ist darauf zu achten, daß der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind daher nur bei armierten Kabeln und Panzerleitungen als Befestigungsmittel zulässig.

Anbringung von Sicherungen, Schaltern und anderen Apparaten.

§ 32.

Anbringung der Sicherungen.

a) Die neutralen oder Nulleitungen bei Mehrleiter- oder Mehrphasensystemen, sowie alle betriebsmäßig geerdeten Leitungen dürfen keine Sicherung enthalten. Ausgenommen hiervon sind isolierte Leitungen, die von einem geerdeten neutralen oder Nulleiter abzweigen und Teile eines Zweileitersystems sind; diese dürfen Sicherungen enthalten. Wird ein solches System nur einpolig gesichert, so müssen die Abzweigungen vom Nulleiter als solche deutlich gekennzeichnet sein. Alle übrigen Leitungen, welche von der Schalttafel nach den Verbrauchsstellen führen, sind durch Abschmelzsicherungen oder andere selbsttätige Stromunterbrecher zu schützen.

b) Mit einziger Ausnahme der Fälle e) und f) sind Sicherungen an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen in der Richtung nach der Verbrauchsstelle hin vermindert.

Außerdem sind lösbare Kontakte am festen Teil allpolig zu sichern.

c) Bei Verjüngungsstellen und Abzweigungen kann das Anschlußleitungsstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als 1 m beträgt, von geringerem Querschnitt sein als die Hauptleitung; es ist aber in diesem Falle von entzündlichen Gegenständen feuersicher zu trennen und darf nicht aus Mehrfachleitungen hergestellt sein. Beträgt die einfache Länge mehr als 1 m, so muß das Anschlußleitungsstück bis zur Sicherung den gleichen Querschnitt haben wie die unmittelbar vorangehende Hauptleitung.

c) An den Befestigungsstellen ist darauf zu achten, daß der Bleimantel nicht eingedrückt oder verletzt wird; Rohrhaken sind daher nur bei armierten Kabeln und Panzerleitungen als Befestigungsmittel zulässig. (Vgl. hierzu § 26 k.)

d) Prüfdrähte sind so anzuschließen, daß sie nur zu Messungen am eigenen Kabel dienen.

Anbringung von Sicherungen, Schaltern und anderen Apparaten.

§ 32.

Anbringung der Sicherungen.

a) Alle betriebsmäßig geerdeten Leitungen dürfen keine Sicherungen enthalten; dagegen sind alle übrigen Leitungen, welche von der Schalttafel nach den Verbrauchsstellen führen, durch Abschmelzsicherungen oder andere selbsttätige Stromunterbrecher zu schützen.

b) Mit einziger Ausnahme des Falles f) sind Sicherungen an allen Stellen anzubringen, wo sich der Querschnitt der Leitungen in der Richtung nach der Verbrauchsstelle hin vermindert.

Außerdem sind lösbare Kontakte (vgl. § 12) am festen Teil allpolig zu sichern.

c) Wenn eine Verjüngung eintritt, muß die Sicherung unmittelbar an der Verjüngungsstelle liegen; bei Abzweigungen muß das Anschlußleitungsstück bis zur Sicherung hin den Querschnitt der Hauptleitung haben.

Diese Vorschrift bezieht sich nicht auf Schalttafelleitungen und die Verbindungsleitungen von der Maschine zur Schalttafel.

Diese Vorschrift bezieht sich nicht auf Schalttafelleitungen und die Verbindungsleitungen von der Maschine zur Schalttafel.

d) Die Stärke der zu verwendenden Sicherung ist der Betriebsstromstärke der zu schützenden Leitungen und Stromverbraucher tunlichst anzupassen. Sie darf jedoch nicht größer sein als nach der Belastungstabelle und den übrigen Bestimmungen des § 5 für die betreffende Leitung zulässig ist.

e) Mehrere Verteilungsleitungen können eine gemeinsame Sicherung von höchstens 6 A Normalstromstärke erhalten. Querschnittsverminderungen oder Abzweigungen jenseits dieser Sicherung brauchen in diesem Falle nicht weiter gesichert zu werden. Bei größeren Beleuchtungskörpern können ausnahmsweise gemeinsame Sicherungen für höchstens die 10 A Normalstromstärke zugelassen werden, wenn die Spannung nicht mehr als 130 V beträgt.

f) Bei Querschnittsverkleinerungen sind in den Fällen, wo die vorhergehende Sicherung den schwächeren Querschnitt schützt, weitere Sicherungen nicht mehr erforderlich.

g) Die Sicherungen sind möglichst zu zentralisieren und in handlicher Höhe anzubringen.

h) Wegen Abzweigung biegsamer Leiter zum Anschluß transportabler Lampen, Motoren und Apparate siehe § 26 c) und oben Absatz b).

§ 33.

Anbringung von Ausschaltern.

a) Null-Leiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen außerhalb elektrischer Betriebsräume entweder gar nicht oder nur zwangsläufig zusammen mit den zugehörigen Außenleitern ausschaltbar sein.

b) Alle Ausschalter mit Ausnahme derjenigen in einzelnen Glühlampen-Stromkreisen müssen, wenn sie geöffnet werden, ihren Stromkreis spannungslos machen.

c) Ausschalter dürfen nur an den Verbrauchsapparaten selbst oder in fest verlegten Leitungen angebracht werden.

d) Die Stärke der zu verwendenden Sicherung ist der Betriebsstromstärke der zu schützenden Leitungen und Stromverbraucher tunlichst anzupassen. Sie darf jedoch nicht größer sein als nach der Belastungstabelle und den übrigen Bestimmungen des § 5 für die betreffende Leitung zulässig ist.

e) Bei der Anbringung von Schmelzsicherungen ist darauf zu achten, daß das Durchbrennen derselben keinen Kurz- oder Erdschluß zwischen benachbarten Leitern untereinander oder mit leitenden Gebäudeteilen veranlaßt.

f) Bei Querschnittsverkleinerungen sind in den Fällen, wo die vorhergehende Sicherung den schwächeren Querschnitt schützt, weitere Sicherungen nicht mehr erforderlich.

§ 33.
Anbringung von Ausschaltern.

a) Null-Leiter und betriebsmäßig geerdete Leitungen dürfen außerhalb elektrischer Betriebsräume entweder gar nicht oder nur zwangsläufig zusammen mit den übrigen zugehörigen Leitern ausschaltbar sein.

b) Ausschalter für Stromverbraucher müssen, wenn sie geöffnet werden, ihren Stromkreis allpolig abschalten.

c) Ausschalter dürfen nur an den Verbrauchsapparaten selbst oder in fest verlegten Leitungen angebracht werden.

d) Bei Spannungen von mehr als 1000 V muß zwischen der bedienenden Person und dem die Kontakte tragenden Teil des Schalters sich ein isolierendes Zwischenstück und eine geerdete Stelle befinden.



§ 34.

Anbringung von Apparaten, insbesondere auch Widerständen und fest montierten Heizapparaten.

a) Die stromführenden Teile aller in eine Leitung eingeschalteten Apparate müssen bei Verwendung außerhalb elektrischer Betriebsräume derart geschützt sein, daß sie sowohl der Berührung durch Unbefugte entzogen als auch von brennbaren Gegenständen feuersicher getrennt sind.

b) Bei Einführung von Leitungen muß der für die Leitung vorgeschriebene Abstand von der Wand gewahrt werden.

c) Widerstände sind auf feuersicherem, gut isolierendem Material zu montieren und mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu umkleiden. Sie dürfen nur auf feuersicherer Unterlage, und zwar freistehend, oder an feuersicheren Wänden angebracht werden.

e) Steckkontakte zum Anschluß transportabler Leitungen müssen mittels besonderer Ausschalter ausschaltbar sein.

§ 34.

Anbringung von Apparaten, insbesondere auch Widerständen und fest montierten Heizapparaten.

a) Die stromführenden Teile aller in eine Leitung eingeschalteten Apparate müssen derart geschützt sein, daß sie sowohl der Berührung durch Unbefugte entzogen als auch von brennbaren Gegenständen feuersicher getrennt sind.

Meßapparate, deren Gehäuse nicht an sich gegen die Betriebsspannung sicher isolieren, müssen geerdete Gehäuse haben oder von Schutzkästen umgeben oder hinter Glasplatten verlegt sein, so daß auch ihre Gehäuse gegen Berührung geschützt sind. Auch die an Meßtransformatoren angeschlossenen Meßgeräte unterliegen dieser Vorschrift, wenn nicht die Meßtransformatoren selbst eine Isolationsprüfung zwischen Hoch- und Niederspannungswicklung entsprechend den Bedingungen in § 3 bestanden haben.

Bei Sicherungen, Schaltern und anderen Hilfsapparaten müssen alle Teile, welche Spannung annehmen können, soweit sie im Handbereich sind, durch einzelne Schutzkästen oder gemeinsamen Abschluß (z. B. Anbringung hinter einer Schalttafel) gegen Berührung geschützt sein. Diese Bestimmung gilt nicht für Apparate und deren Zuleitungen, soweit sie in besonders dafür bestimmten abgeschlossenen Räumen oder an unzugänglichen Stellen angebracht sind. (Vgl. hierzu § 4 b).

b) Widerstände sind auf feuersicherem, gut isolierendem Material zu montieren und mit einer Schutzhülle aus feuersicherem Material zu umkleiden. Sie dürfen nur auf feuersicherer Unterlage, und zwar freistehend, oder an feuersicheren Wänden angebracht werden.

c) Heizapparate (nur bis 750 V, vgl. § 13 c) und solche Widerstände, bei denen eine Erwärmung auf mehr als Handwärme eintreten kann, sind derart anzuordnen, daß eine Berührung zwischen Wärme entwickelnden Teilen und entzündlichen Materialien, sowie eine feuergefährliche Erwärmung derartiger Materialien nicht stattfinden kann.

d) Fest montierte Heizapparate und solche Widerstände, bei denen eine Erwärmung auf mehr als Handwärme eintreten kann, sind derart anzuordnen, daß eine Berührung zwischen den Wärme entwickelnden Teilen und entzündlichen Materialien, sowie eine feuergefährliche Erwärmung derartiger Materialien nicht stattfinden kann.

§ 35.

Anbringung von Beleuchtungskörpern.

a) An und in Beleuchtungskörpern darf nur Leitungsmaterial verwendet werden, das mindestens den Normalien des Verbandes entspricht.

b) Wird die Leitung an der Außenseite des Beleuchtungskörpers geführt, so muß sie so befestigt sein, daß sie sich nicht verschieben kann.

c) Beleuchtungskörper müssen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte nicht durch Drehen des Körpers verletzt werden können.

§ 35.

Anbringung von Bogen- und Glühlampen, sowie auch Beleuchtungskörpern.

a) Die Laternen (Gehänge, Armaturen) von Bogenlampen sind, sofern sie aufgehängt sind, von Erde zu isolieren.

b) Die Lampe muß entweder gegen das Aufzugsseil und, wenn Metallmasten benutzt sind, auch gegen den Mast doppelt isoliert sein, oder Seil und Mast sind zu erden. Bei Spannungen von mehr als 1000 V müssen diese beiden Vorschriften gleichzeitig befolgt werden. Stromführende Teile von Bogenlampenkuppelungen müssen gegen den Mast doppelt isoliert und gegen Regen geschützt sein.

c) Bogenlampen müssen während des Betriebes unzugänglich und müssen von Abschaltvorrichtungen abhängig sein, welche gestatten, sie für den Zweck der Bedienung spannungslos zu machen.

d) Die etwa vorhandenen metallischen Außenteile von Glühlampenarmaturen müssen geerdet oder so angebracht sein, daß sie nur mittels besonderer Hilfsmittel wie Leitern u. s. w., zugänglich sind.

e) Bei Serienbeleuchtungen muß in oder neben jeder Lampe, einerlei ob Bogen- oder Glühlampe, eine Vorrichtung angebracht sein, welche, im Falle die Lampe erlischt, dafür sorgt, daß an den Zuführungskontakten der Lampe selbst keine Spannungszunahme von mehr als 100% auftritt.

f) Transportable Beleuchtungskörper sind nicht gestattet.

g) An und in Beleuchtungskörpern muß mindestens Gummiaderleitung verwendet werden.

h) Bei zugänglichen Beleuchtungskörpern dürfen die Leitungen nur innen geführt werden.



4b. Die Behandlung verschiedenartiger Räume.

§ 36.

Elektrische Betriebsräume.

a) In elektrischen Betriebsleitungen sind Leitungen jeder Art, auch blanke Leitungen zulässig, letztere besonders in Form von Kupferschienen oder massivem Kupferdraht mit Anstrich, welcher die Polarität oder Phase kenntlich macht.

b) Sicherungen, Ausschalter und sonstige Apparate dürfen auch ohne Schutzkasten verwendet werden, doch ist in allen Fällen dafür Sorge zu tragen, daß durch etwaige beim Betrieb auftretende Feuererscheinungen weder Menschen noch brennbare Stoffe gefährdet werden.

c) Leitungen bedürfen keiner Verkleidung.

d) Aus- und Umschalter brauchen nicht Momentschalter zu sein.

§ 37.

Akkumulatorenräume.

a) In Akkumulatorenbetrieben ist für Lüftung zu sorgen.

b) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell und letzteres ist gegen Erde durch Glas, Porzellan oder ähnliche nicht hygroskopische Unterlagen zu isolieren. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um beim Auslaufen von Säure eine Gefährdung des Gebäudes zu vermeiden.

c) Zur Beleuchtung von Akkumulatorenräumen darf nur elektrisches Glühlicht verwendet werden.

d) Die Batterien müssen derart angeordnet werden, daß bei der Bedienung eine zufällige gleichzeitige Berührung von Punkten, zwischen denen eine Spannung von mehr als 250 V herrscht, nicht erfolgen kann.

i) Beleuchtungskörper müssen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte nicht durch Drehen des Körpers verletzt werden können.

k) Zugängliche Beleuchtungskörper sind nur bis 600 V gestattet. Ihre Metallkörper müssen geerdet sein. Es ist nicht gestattet, ein und denselben Beleuchtungskörper für Gas und Elektrizität zu benutzen.

4b. Die Behandlung verschiedenartiger Räume.

§ 36.

Elektrische Betriebsräume.

a) In elektrischen Betriebsräumen sind blanke Leitungen zulässig, besonders in Form von Schienen oder massivem Draht mit Anstrich, welcher die Polarität oder Phase kenntlich macht.

b) Isolierte Leitungen für Spannungen unter 1000 V bedürfen keiner Verkleidung. Isolierte Leitungen für Spannungen über 1000 V und blanke Leitungen für jede Spannung müssen entweder der Berührung unzugänglich angeordnet oder durch Abschluß in besonderen Räumen oder durch Verkleidung vor Berührung geschützt sein.

§ 37.

Akkumulatorenräume.

a) In Akkumulatorenräumen ist für Lüftung zu sorgen.

b) Die einzelnen Zellen sind gegen das Gestell und letzteres ist gegen Erde durch Glas, Porzellan oder ähnliche nicht hygroskopische Unterlagen zu isolieren. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um beim Auslaufen von Säure eine Gefährdung des Gebäudes zu vermeiden.

c) Zur Beleuchtung von Akkumulatorenräumen darf nur elektrisches Glühlicht verwendet werden.

d) Die Batterien müssen mit einem isolierenden Bedienungsgang umgeben und so angeordnet sein, daß bei der Bedienung eine zufällige gleichzeitige Berührung von Punkten, zwischen denen eine Spannung von mehr als 250 V herrscht, nicht erfolgen kann.

§ 38.

Trockene Räume ohne leicht entzündlichen Inhalt.

a) In trockenen Räumen sind alle Arten von Leitungen zulässig, wobei sämtliche Vorschriften der §§ 25 bis 35 zu beachten sind.

In bewohnten Räumen darf jedoch mit Ausnahme von betriebsmäßig geerdeten Leitern kein blanker Draht benützt werden.

b) Für Drähte ist in Anlagen von mehr als 250 V Gebrauchsspannung nur Isolation nach § 7 c zulässig.

c) Gummiaderschnur darf sowohl fest verlegt, als auch zum Anschluß beweglicher Stromverbraucher verwendet werden. Bei fester Verlegung ist die Schnur im Handbereich und an gefährdeten Stellen nach § 26 b) zu schützen.

d) Gummibandschnur darf nicht unter Putz und nicht für Spannungen von mehr als 125 V fest verlegt werden; als Anschlußleitung für transportable Stromverbraucher ist sie nicht zu verwenden.

e) Bei Schnüren jeder Art müssen die Anschluß- und Verbindungsstellen von Zug entlastet und es müssen die einzelnen Drähte jedes Leiters, wenn sie nicht Kabelschuhe oder gleichwertige Verbindungsmittel erhalten, an den Enden miteinander verlötet sein. Verbindungen von solchen Schnüren unter sich (ausgenommen in und an Beleuchtungskörpern) oder zwischen Schnüren und anderen Leitungen dürfen nicht durch Verlötung, sondern müssen durch Verschraubung oder gleichwertige Verbindungsart auf isolierender Unterlage hergestellt sein. Bei Verbindung von Schnüren mit einzelnen frei gespannten Drahtleitungen kann die isolierende Unterlage wegfallen.

Die Bestimmungen c) und d) finden keine Anwendung auf die sogenannten Hochspannungsbatterien von Laboratorien.

§ 38.

Trockene Räume ohne leicht entzündlichen Inhalt.

a) In trockenen Räumen sind alle in §§ 7 bis 9 der Vorschriften für höhere Spannung zugelassenen Leitungsmaterialien verwendbar, wobei sämtliche Vorschriften der §§ 25 bis 35 zu beachten sind.

b) In Wohnungen dürfen Lampen und Konsumapparate im Anschluß an Netze oder Maschinen von mehr als 600 V überhaupt nicht angebracht werden. Etwa durchgehende Hochspannungsleitungen müssen außer Handbereich liegen und außerdem durch Verkleidungen geschützt sein.

§ 39.

Feuergefährliche Betriebsstätten.

a) Die Umgebung von Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, rotierenden Umformern, Widerständen u. s. w. muß von entzündlichem Material freigehalten werden können.

b) Bei Anordnung von Sicherungen, Schaltern und ähnlichen Apparaten, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, ist besonders auf sichere Schutzhüllen aus isolierendem Material zu achten.

c) Bogenlampen mit offenem Lichtbogen müssen metallene Aschenteller haben, welche im Betrieb in ihrer Lage festgehalten sind.

d) Für festverlegte Leitungen sind nur Leitungen nach § 7 b) bis g), über 250 V Gebrauchsspannung nur solche nach § 7 c) und f), sowie Kabel zulässig. Die Drahtleitungen müssen in Rohren verlegt werden.

e) Für transportable Leitungen ist nur biegsame Mehrfachleitung nach § 8 b) und d) zulässig.

§ 40.

Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume
mit Ausnahme von Schlagwettergruben.

a) In solchen Räumen dürfen Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, Umformer und Widerstände nur in besonderen luft- und staubdichten Schutzkästen aufgestellt werden.

b) Ausschalter und Sicherungen dürfen in denselben nicht angebracht werden.

c) Blanke Leitungen und Mehrfachleitungen sind unzulässig.

d) Drahtleitungen müssen Isolierung nach § 7 c) haben und in Rohre eingeschlossen sein.

e) Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raume brennen. Dieselben müssen mit dicht schließenden Überglocken, welche auch die Fassung dicht einschließen, verwendet werden.

§ 39.

Feuergefährliche Betriebsstätten.

a) Spannungen über 1000 V sind in feuergefährlichen Betriebsstätten nicht zulässig.

Die Umgebung von Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren, rotierenden Umformern, Widerständen u. s. w. muß von entzündlichem Material freigehalten werden können.

b) Bei Anordnung von Sicherungen, Schaltern und ähnlichen Apparaten, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, ist besonders auf sichere Schutzhüllen aus isolierendem Material zu achten.

c) Bogenlampen mit offenem Lichtbogen müssen metallene Aschenteller haben, welche im Betrieb in ihrer Lage festgehalten sind.

d) Es sind nur Leitungen nach § 7 c), d), e), g) und h) (darunter auch Panzeradern) und Kabel zulässig.

Festverlegte Drahtleitungen müssen in Rohren verlegt sein.

§ 40.

Explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume.

In solchen Räumen ist Hochspannung nicht zulässig.

§ 41.

Feuchte Räume.

a) Die nach feuchten Räumen führenden Leitungen müssen abschaltbar sein.

b) Blanke Leitungen müssen in einem Abstand von mindestens 10 cm voneinander und 10 cm von der Wand auf Porzellanglocken oder mit gleichwertigen Isolatoren verlegt werden. Sie sollen auf einem in der Feuchtigkeit haftenden und haltbaren Anstrich versehen sein.

c) Isolierte Drahtleitungen müssen eine Isolierung nach § 7 c) haben.

d) Bei transportablen Lampen muß die Doppelleitung durch eine starke schmiegsame Umhüllung gegen Beschädigung geschützt sein.

e) Apparate sind nach Möglichkeit nicht in feuchten Räumen unterzubringen; läßt sich dies nicht vermeiden, so sind dieselben gleichwertig wie die Leitungen zu isolieren.

f) Bei offen verlegten Leitungen für Gebrauchsspannungen über 250 V ist der Schutz gegen Berührung besonders zu beachten.

§ 42.

Räume mit ätzenden Dünsten.

In Räumen, in welchen ätzende Dünste auftreten, sollen außer Kabeln nur blanke Leitungen verwendet werden, die durch einen geeigneten Überzug (Verkleidung oder Anstrich z. B. mit Porzellan-Emaillelack) gegen chemische Beschädigung geschützt sind. Auch die Kabel sind je nach der Art der Dünste gegen chemische Angriffe zu schützen.

§ 43.

Durchtränkte Räume.

Diejenigen Teile von industriellen und gewerblichen Betrieben, in denen erfahrungsgemäß durch ungewöhnlich starke oder gutleitende Feuchtigkeit die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert und der Widerstand des Körpers der darin beschäftigten Personen gegen Erde erheblich vermindert wird, werden abgekürzt als „Durchtränkte Räume“ bezeichnet.

§ 41.

Feuchte Räume.

a) Die nach feuchten Räumen führenden Leitungen müssen abschaltbar sein.

b) Blanke Leitungen dürfen nicht verwendet werden. Oberhalb 1000 V sind nur Kabel zulässig.

c) Die in § 29 b) vorgeschriebenen Wandabstände sind für feuchte Räume zu verdoppeln.

d) Apparate sind nach Möglichkeit nicht in feuchten Räumen unterzubringen; läßt sich dies nicht vermeiden, so sollen sie gleichwertig wie die Leitungen vom Gebäude isoliert sein.

e) Der Schutz gegen Berührung (vgl. § 26 b und i) ist besonders zu beachten.

§ 42.

Räume mit ätzenden Dünsten.

Spannungen über 1000 V sind nicht zulässig.

Unter 1000 V sind nur Kabel zulässig, welche je nach Art der Dünste gegen chemische Angriffe geschützt sein müssen.

§ 43.

Durchtränkte Räume.

In durchtränkten Räumen ist Hochspannung nicht zulässig.

a) Für durchtränkte Räume gelten die Vorschriften des § 41 und außerdem die folgenden Zusatzbestimmungen.

b) An geeigneten Stellen sind Tafeln anzubringen, welche in deutlich erkennbarer Schrift vor der Berührung der elektrischen Leitungen warnen.

c) Lampen, die ohne besondere Hilfsmittel zugänglich sind, müssen isolierende und feuchtigkeitsbeständige Armaturen haben. Hahnfassungen sind verboten.

d) Bogenlampen müssen während des Betriebes unzugänglich sein und dürfen während der Bedienung nicht unter Spannung stehen.

§ 44.

Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, in welchen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

a) Für Beleuchtungen, welche ihren Standort nicht wechseln, müssen die Leitungen, soweit sie mit den leicht entzündlichen Stoffen in Berührung kommen können, bis in die Lampenträger, bezw. in die Anschlußdosen vollständig durch Rohre geschützt sein.

b) Beleuchtungskörper, welche ihren Standort wechseln, sind entweder

1. mit metallumhüllter Mehrfachleitung, oder
2. mittels besonders geschützter Mehrfachleitung ohne Metallmantel abzuzweigen.

Im Falle 1 ist das eine Ende der Metallumhüllung mit dem Metallmantel der Fassung leitend zu verbinden, das andere Ende ist mittels Hilfskontaktes an eine geerdete Hilfsleitung anzuschließen. Dieser Kontakt muß so beschaffen sein, daß er beim Einschalten früher als die Stromkontakte geschlossen wird. Die drei Kontakte müssen gegeneinander unverwechselbar sein.

Die metallenen Gebäudeteile und Lampenträger des betreffenden Raumes sind mit der Hilfsleitung ebenfalls leitend zu verbinden. Der Querschnitt der Hilfsleitung muß mindestens gleich dem der betreffenden Abzweigleitung sein. Die Hilfsleitung darf keine Sicherung enthalten und muß geerdet sein.

In Anlagen mit einem geerdeten Leiter gilt die Verbindung mit diesem als Erde.

§ 44.
Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, in welchen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind.

In Schaufenster, Warenhäuser und ähnliche Räume, in welchen leicht entzündliche Stoffe aufgestapelt sind, ist Hochspannung nicht zulässig.

Im Falle 2 sind nur Leitungen mit einer Isolierung mindestens nach § 8 b) dieser Vorschriften zulässig. Diese müssen ferner zum Schutz gegen mechanische Beschädigung mit einem Überzug aus widerstandsfähigem Material (z. B. Segeltuch, Leder, Hanfschnurumklöppelung) versehen sein.

c) Sämtliche Schalter, Anschlußdosen und Sicherungen müssen an solchen Plätzen fest montiert sein, an welchen sie vor der Berührung mit leicht entzündlichen Stoffen sicher geschützt sind, und müssen mit widerstandsfähigen Schutzkästen umgeben sein.

d) Mit einer transportablen Leitung darf nur je ein Beleuchtungskörper angeschlossen werden.

e) In Schaufenstern ist Bogenlichtbeleuchtung ohne besonderen Schutz nicht zulässig, es müssen vielmehr die Bogenlampen entweder außerhalb der Schaufenster angebracht werden oder durch Glasplatten, Glaswände oder dergl. von den Auslagen derart getrennt sein, daß etwa herabfallende Kohlenteilchen die ausgestellten Gegenstände nicht erreichen können.

f) Die Aschenteller der Bogenlampen mit offenem Lichtbogen müssen aus Metall bestehen und im Betrieb in ihrer Lage festgehalten sein.

§ 45.

Theater.

Für Theaterinstallationen gelten die Vorschriften der Abteilung „I. Niederspannungsanlagen", soweit diese nicht durch die nachfolgenden Sonderbestimmungen abgeändert werden.

I. Allgemeine Bestimmungen.

a) Die elektrischen Leitungsanlagen sind von der Hauptschalttafel ab in Gruppen zu unterteilen. Dreileiteranlagen sind, soweit tunlich, von den Hauptschalttafeln ab in Zweileiterzweige, bestehend aus Mittel- und Außenleiter, zu unterteilen.

b) In Räumen, die mehr als drei Lampen erhalten, sowie in sämtlichen Korridoren, Treppenhäusern und Ausgängen sind die Lampen an mindestens zwei getrennt gesicherte Zweigleitungen anzuschließen. Die Schalter und Sicherungen

§ 45.

Theater.

In Theatern ist Hochspannung nicht zulässig.

sind möglichst zu zentralisieren und dürfen dem Publikum nicht zugänglich sein.

c) Falls eine elektrische Notbeleuchtung eingerichtet wird, müssen deren Lampen an eine oder mehrere räumlich und elektrisch von der Hauptanlage unabhängige Stromquellen angeschlossen werden.

II. Bestimmungen für das Bühnenhaus.

Für die Installationen des Bühnenhauses (Bühne, Untermaschinerien, Arbeitsgallerien und Schnürboden, Garderoben und sonstige Bühnennebenräume) gelten außer den vorerwähnten allgemeinen noch die folgenden Zusatzbestimmungen:

a) Schalttafeln und Bühnenregulatoren sind derartig anzuordnen, daß eine unbeabsichtigte Berührung durch Unbefugte ausgeschlossen ist.

b) Bei Zuleitungen zu Beleuchtungskörpern mit Farbenwechsel genügt für die Bemessung der gemeinschaftlichen Rückleitung der $1^1/_2$fache Querschnitt einer Leitung für eine Farbe.

c) Ungeerdete blanke Leitungen sind (abgesehen von m 4) nicht zulässig. Flugdrähte und dergleichen dürfen zur Stromführung nicht benutzt werden.

d) Fest verlegte Draht- und Schnurleitungen sind nur zulässig, wenn sie in Metallrohren oder in Isolierrohren mit Metallüberzug verlegt werden.

e) Mehrfachleitung zum Anschluß transportabler Bühnenbeleuchtungskörper müssen aus Gummiaderlitzen bestehen und durch eine starke schmiegsame nicht metallische Umhüllung gegen mechanische Beschädigungen geschützt sein.

Die Befestigung der biegsamen Leitungen an ihren Kontaktstücken ist derart auszuführen, daß auch bei roher Behandlung an der Anschlußstelle ein Bruch nicht zu befürchten ist.

Die Anschlußstücke sind mit der Schutzumhüllung so zu verbinden, daß die Kupferseelen an der Anschlußstelle von Zug entlastet sind. Steckkontakte müssen innerhalb widerstandsfähiger, nicht stromführender Hüllen liegen und so angeordnet sein, daß zufällige Berührung der stromführenden Teile verhindert wird.

f) Mit einer transportablen Leitung darf nur je ein Beleuchtungskörper angeschlossen werden.

g) Für vorübergehend gebrauchte Szenerie-Installationen kann von der Erfüllung der Allgemeinen Vorschriften für die Verlegung von Leitungen ausnahmsweise abgesehen werden, wenn Gummiaderdraht verwendet wird, die Verlegungsart jegliche Verletzung der Isolierung ausschließt und diese Installation während des Gebrauchs unter besonderer Aufsicht steht. In diesem Falle sind Drahtschellen für Einzelleitungen zulässig und Durchführungstüllen entbehrlich.

h) Die stromführenden Teile sämtlicher Apparate im Bühnenraum (Bühne, Untermaschinerien, Arbeitsgallerien und Schnürboden) brauchen nur gegen zufällige Berührung geschützt zu sein. Blanke Stromführungs-Kontaktplatten sind zulässig, müssen aber, so lange sie unter Spannung stehen, bewacht und nach Gebrauch sofort ausgeschaltet werden.

i) Die Sicherungen der Anschlußleitungen für Bühnenbeleuchtungskörper (Oberlichter, Kulissen, Rampen, Versatz- und Effektbeleuchtung) sind im festverlegten Teil der Leitung anzubringen; in diesem Falle genügt für jeden Körper je eine Sicherung für alle Lampen einer Farbe. In den Beleuchtungskörpern selbst sind Sicherungen nicht zulässig.

k) Bei Regulierwiderständen, die an besonderen, nur dem Bedienungspersonal zugänglichen Stellen angebracht sind, ist eine Schutzhülle aus feuersicherem Material entbehrlich.

l) Sämtliche Glühlampen in Arbeitsräumen, Werkstätten, Garderoben, Treppen und Korridoren müssen mit Schutzkörben oder Schutzgläsern versehen sein, welche nicht an der Fassung, sondern an den Lampenträgern befestigt sind.

m) Die Bühnenbeleuchtungskörper und deren Anschlüsse (Oberlichter, Kulissen, Rampen, Effekt- und Versatzbeleuchtungen) müssen folgenden Bedingungen entsprechen:

1. Die Spannung zwischen irgend zwei Leitern eines Beleuchtungskörpers darf 250 V nicht übersteigen.
2. Holz ist weder als Isolier- noch als Konstruktionsmaterial zulässig.
3. Die Beleuchtungskörper sind mit einem Schutzgitter zu versehen.

4. Innerhalb der Beleuchtungskörper sind blanke Leiter dann zulässig, wenn sie gegen zufällige Berührungen geschützt sind.
5. Die Oberlichter sind isoliert aufzuhängen.
6. Bühnenscheinwerfer und Projektionsapparate sind mit einer Vorrichtung zu versehen, welche das Herabfallen glühender Kohlenteilchen verhindert.

§ 46.
Bergwerke.

Für die unter Tage liegenden Teile elektrischer Bergwerksanlagen gelten die der verwendeten Spannung entsprechenden allgemeinen Vorschriften für elektrische Starkstromanlagen, sofern sie nicht durch die nachstehenden Bestimmungen abgeändert werden.

Allgemeines.

Für die Ausführung der Anlage ist zwischen schlagwetterfreien und Schlagwetter-Gruben zu unterscheiden. Als Schlagwettergruben werden diejenigen Gruben angesehen, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet sind. Nicht durch Schlagwetter gefährdete Teile von Schlagwettergruben sind unter Vorbehalt der Genehmigung durch die Bergbehörde zu behandeln wie schlagwetterfreie Gruben.

Für schlagwetterfreie elektrische Betriebsräume*) finden nur die allgemeinen Vorschriften, nicht aber die folgenden besonderen Bestimmungen Anwendung.

Schlagwetterfreie Gruben.

Leitungen.

Schächte und einfallende Strecken von mehr als 45° Neigung.

a) Es sind nur armierte Kabel zulässig, bei denen die Armatur aus verzinkten Eisen- oder Stahldrähten besteht. Die Drahtarmatur muß genügende Zugfestigkeit haben, um beim Einhängen das Kabel in einer Fabrikationslänge frei tragen zu können.

---

*) Elektrische Betriebsräume. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, welche wesentlich zum Betriebe elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur instruiertem Personal zugänglich sind. (§ 3 e.)

§ 46.

Bergwerke.

Für die unter Tage liegenden Teile elektrischer Bergwerksanlagen gelten die der verwendeten Spannung entsprechenden allgemeinen Vorschriften für elektrische Starkstromanlagen, sofern sie nicht durch die nachstehenden Bestimmungen abgeändert werden.

Allgemeines.

Für die Ausführung der Anlage ist zwischen schlagwetterfreien und Schlagwetter-Gruben zu unterscheiden. Als Schlagwettergruben werden diejenigen Gruben angesehen, die von der zuständigen Bergbehörde als solche bezeichnet sind. Nicht durch Schlagwetter gefährdete Teile von Schlagwettergruben sind unter Vorbehalt der Genehmigung durch die Bergbehörde zu behandeln wie schlagwetterfreie Gruben.

Für schlagwetterfreie elektrische Betriebsräume*) finden nur die allgemeinen Vorschriften, nicht aber die folgenden besonderen Bestimmungen Anwendung.

Schlagwetterfreie Gruben.

Leitungen.

Schächte und einfallende Strecken von mehr als 45° Neigung.

a) Es sind nur armierte Kabel zulässig, bei denen die Armatur aus verzinkten Eisen- oder Stahldrähten besteht. Die Drahtarmatur muß genügende Zugfestigkeit haben, um beim Einhängen das Kabel in einer Fabrikationslänge frei tragen zu können.

*) Elektrische Betriebsräume. Als elektrische Betriebsräume gelten Räume, welche wesentlich zum Betriebe elektrischer Maschinen oder Apparate dienen und in der Regel nur instruiertem Personal zugänglich sind. (§ 3e.)

Es sind auch Kabel ohne inneren Bleimantel zulässig, vorausgesetzt, daß die den Bleimantel vertretende Hülle diesem an Widerstandsfähigkeit mindestens gleichkommt.

Wenn die Tropfwasser oder die Grubenwetter die Umhüllung stark angreifende Bestandteile enthalten, so müssen die Kabel einen äußeren Bleimantel oder einen anderen geeigneten Schutz gegen die betreffenden chemischen Einflüsse erhalten.

Die Befestigung des Kabels erfolgt außer in Bohrlöchern mittels breiter Schellen aus imprägniertem Holze in Abständen von nicht mehr als 6 m.

Auf die beim Abteufen und für provisorische Zwecke verwendeten Leitungen finden die obigen Bestimmungen keine Anwendung.

Horizontale und einfallende Strecken von weniger als 45° Neigung.

b) Blanke Leitungen. Es sind blanke Leitungen, soweit sie nicht betriebsmäßig geerdet sind, nur als Fahrleitungen für elektrische Bahnen zulässig. Wird die Bahnstrecke auch von der Mannschaft befahren, so darf der Fahrdraht der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

c) Isolierte Drahtleitungen. Isolierte Drahtleitungen dürfen nur verwendet werden bis zu Spannungen von 250 V gegen Erde und 500 V gegeneinander. Sie müssen eine Isolierung nach § 7 c) der Abteilung I Niederspannung haben. Bei Spannungen von mehr als 125 V gegen Erde muß der Abstand der Leitung von der Sohle mindestens 3 m betragen. Bei geringerer Spannung als 125 V gegen Erde ist Verlegung in geringerer Höhe zulässig, sofern die Leitung gegen Berührung ausreichend geschützt ist.

Die Leitungen müssen auf Isolierglocken oder gleichwertigen Isolatoren (Mantelrohren u. s. w.) verlegt werden und

bei	Spannweiten	von mehr als	6	m	mindestens	20 cm
„	„	„	4 bis 6	„	„	15 „
„	„	„	2 bis 4	„	„	10 „
„	„	„	höchst. 1	„	„	5 „

voneinander und in allen Fällen mindestens 5 cm von der Seitenwand bezw. Firste entfernt sein.

Es sind auch Kabel ohne inneren Bleimantel zulässig, vorausgesetzt, daß die den Bleimantel vertretende Hülle diesem an Widerstandsfähigkeit mindestens gleichkommt.

Wenn die Tropfwasser oder die Grubenwetter die Umhüllung stark angreifende Bestandteile enthalten, so müssen die Kabel einen äußeren Bleimantel oder einen anderen geeigneten Schutz gegen die betreffenden chemischen Einflüsse erhalten.

Die Befestigung des Kabels erfolgt außer in Bohrlöchern mittels breiter Schellen aus imprägniertem Holze in Abständen von nicht mehr als 6 m.

Auf die beim Abteufen und für provisorische Zwecke verwendeten Leitungen finden die obigen Bestimmungen keine Anwendung.

Horizontale und einfallende Strecken von weniger als 45° Neigung.

b) Blanke Leitungen. Es sind blanke Leitungen, soweit sie nicht betriebsmäßig geerdet sind, nur als Fahrleitungen für elektrische Bahnen zulässig. Wird die Bahnstrecke auch von der Mannschaft befahren, so darf der Fahrdraht der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

c) Isolierte Drahtleitungen. Isolierte Drahtleitungen dürfen nur verwendet werden bis zu Spannungen von 250 V gegen Erde und 500 V gegeneinander. Sie müssen eine Isolierung nach § 7 c) der Abteilung I Niederspannung haben. Bei Spannungen von mehr als 125 V gegen Erde muß der Abstand der Leitung von der Sohle mindestens 3 m betragen. Bei geringerer Spannung als 125 V gegen Erde ist Verlegung in geringerer Höhe zulässig, sofern die Leitung gegen Berührung ausreichend geschützt ist.

Die Leitungen müssen auf Isolierglocken oder gleichwertigen Isolatoren (Mantelrohren u. s. w.) verlegt werden und

bei	Spannweiten	von	mehr als 6 m	mindestens	20	cm
„	„	„	4 bis 6 „	„	15	„
„	„	„	2 bis 4 „	„	10	„
„	„	„	höchst. 1 „	„	5	„

voneinander und in allen Fällen mindestens 5 cm von der Seitenwand bezw. Firste entfernt sein.

Die Leitungen sind nach der Verlegung mit einem feuchtigkeitsbeständigen, die Isolierung konservierenden Anstrich zu versehen. Der Anstrich ist jährlich zu erneuern.

Außer der vorstehend angegebenen offenen Verlegung ist bei Spannungen bis 250 V gegen Erde auch eine solche in nach Möglichkeit geerdeten Eisen- oder Stahlröhren zulässig, wobei die obigen Vorschriften über Abstand der Leitungen u. s. w. nicht zu berücksichtigen sind. Die Stoßstellen der Rohre sind elektrisch leitend anzuordnen oder elektrisch leitend zu überbrücken. In feuchten Räumen ist für entsprechend gute Abdichtung der Rohre Sorge zu tragen.

d) Kabel. Bei einer Spannung von 125 bis 500 V zwischen zwei Leitungen und geringerer Höhenlage der Leitung als 3 m, sowie bei höherer Spannung als 500 V und beliebiger Höhenlage sind armierte Kabel zu verwenden. Das Kabel muß entweder asphaltiertes Bleikabel sein oder es muß eine in Bezug auf chemische Einflüsse gleich widerstandsfähige Umhüllung haben. Bei Befestigung der Kabel ist darauf zu achten, daß das Kabel nicht beschädigt oder verdrückt wird. Soweit es sich um Befestigung an Seitenwänden oder Firsten handelt, dürfen die Abstände der Befestigungspunkte voneinander höchstens 3 m betragen. In Strecken, die unter einem starken Gebirgsdruck stehen, ist eine bewegliche Aufhängung der Kabel zulässig, die so beschaffen sein muß, daß dadurch Beschädigungen der Kabel nicht verursacht werden. Die Armatur der Kabel ist nach Möglichkeit zu erden.

Es ist unzulässig, stationäre Kabel ungeschützt direkt auf der Sohle zu verlegen.

e) Biegsame Leitungen.

Biegsame Leitungen zum Anschluß transportabler Apparate dürfen nur bei Spannungen bis 500 V zwischen zwei Leitungen Verwendung finden und müssen den Forderungen des § 8 c) (gepanzerte Stromleitungen) der Abteilung I Niederspannung genügen, oder eine mindestens gleichwertige Umhüllung erhalten. Werden solche Leitungen auf Trommeln aufgewickelt, so ist der Durchmesser der Trommeln so groß zu wählen, daß die Umhüllung auch bei häufigem Auf- und Abwickeln nicht beschädigt wird.

Die Leitungen sind nach der Verlegung mit einem feuchtigkeitsbeständigen, die Isolierung konservierenden Anstrich zu versehen. Der Anstrich ist jährlich zu erneuern.

Außer der vorstehend angegebenen offenen Verlegung ist bei Spannungen bis 250 V gegen Erde auch eine solche in nach Möglichkeit geerdeten Eisen- oder Stahlröhren zulässig, wobei die obigen Vorschriften über Abstand der Leitungen u. s. w. nicht zu berücksichtigen sind. Die Stoßstellen der Rohre sind elektrisch leitend anzuordnen oder elektrisch leitend zu überbrücken. In feuchten Räumen ist für entsprechend gute Abdichtung der Rohre Sorge zu tragen.

d) Kabel. Bei einer Spannung von 125 bis 500 V zwischen zwei Leitungen und geringerer Höhenlage der Leitung als 3 m, sowie bei höherer Spannung als 500 V und beliebiger Höhenlage sind armierte Kabel zu verwenden. Das Kabel muß entweder asphaltiertes Bleikabel sein oder es muß eine in Bezug auf chemische Einflüsse gleich widerstandsfähige Umhüllung haben. Bei Befestigung der Kabel ist darauf zu achten, daß das Kabel nicht beschädigt oder verdrückt wird. Soweit es sich um Befestigung an Seitenwänden oder Firsten handelt, dürfen die Abstände der Befestigungspunkte voneinander höchstens 3 m betragen. In Strecken, die unter einem starken Gebirgsdruck stehen, ist eine bewegliche Aufhängung der Kabel zulässig, die so beschaffen sein muß, daß dadurch Beschädigungen der Kabel nicht verursacht werden. Die Armatur der Kabel ist nach Möglichkeit zu erden.

Es ist unzulässig, stationäre Kabel ungeschützt direkt auf der Sohle zu verlegen.

e) Biegsame Leitungen.

Biegsame Leitungen zum Anschluß transportabler Apparate dürfen nur bei Spannungen bis 500 V zwischen zwei Leitungen Verwendung finden und müssen den Forderungen des § 8 c) (gepanzerte Stromleitungen) der Abteilung I Niederspannung genügen, oder eine mindestens gleichwertige Umhüllung erhalten. Werden solche Leitungen auf Trommeln aufgewickelt, so ist der Durchmesser der Trommeln so groß zu wählen, daß die Umhüllung auch bei häufigem Auf- und Abwickeln nicht beschädigt wird.

Schalttafel und Apparate.

f) Schalttafeln.

1. Die Schalttafeln einschließlich des Gerüstes und der Umrahmung müssen aus feuersicherem, nicht hygroskopischem Material bestehen. Wenn Tropfwasser auftritt, müssen die Apparate in geeigneter Weise dagegen geschützt werden.

2. Für Schalttafeln bis zu einer Spannung von 500 V zwischen zwei Leitungen, wenn sie nicht in besonderen Betriebsräumen liegen, gelten die Vorschriften für höhere Spannungen bis 1000 V.

3. Die Abzweigungen von den Hauptkabeln haben möglichst an Verteilungstafeln zu erfolgen; jede Abzweigung ist in allen Polen zu sichern und ausschaltbar zu machen.

Elektrische Maschinen und Zubehör.

g) Elektrische Maschinen.

1. Die Maschinen müssen eine gegen Feuchtigkeit besonders widerstandsfähige Isolation erhalten. (Nach längerem Stillstand mit Strom austrocknen.)

Wenn die Spannung eines Poles gegen Erde mehr als 250 V beträgt, so sind alle stromführenden Teile gegen Berührung zu schützen.

Maschinenräume sind möglichst trocken zu halten, insbesondere sind Pumpenkammern vom Sumpf möglichst abzuschließen.

2. Wo Tropf- oder Spritzwasser auftreten, sind die Maschinen und Zubehör dagegen ausreichend zu schützen.

3. Haben die Maschinenkammern den Charakter von durchtränkten Räumen (§ 43 der Abteilung I Niederspannung), so sind dort die Maschinen mit einem isolierenden Bedienungsgang zu umgeben.

Beleuchtungsanlagen.

h) Glühlampen.

1. Glühlampen dürfen nur mit dichtschließenden Überglocken, die auch die Fassung umschließen, verwendet werden. Wo die Entfernung bis zur Sohle weniger als 2 m beträgt, müssen die Überglocken noch durch einen Schutzkorb aus Drahtgeflecht gegen mechanische Beschädigung geschützt sein.

Schalttafel und Apparate.

f) Schalttafeln.

1. Die Schalttafeln einschließlich des Gerüstes und der Umrahmung müssen aus feuersicherem, nicht hygroskopischem Material bestehen. Wenn Tropfwasser auftritt, müssen die Apparate in geeigneter Weise dagegen geschützt werden.

2. Für Schalttafeln bis zu einer Spannung von 500 V zwischen zwei Leitungen, wenn sie nicht in besonderen Betriebsräumen liegen, gelten die Vorschriften für höhere Spannungen bis 1000 V.

3. Die Abzweigungen von den Hauptkabeln haben möglichst an Verteilungstafeln zu erfolgen; jede Abzweigung ist in allen Polen zu sichern und ausschaltbar zu machen.

Elektrische Maschinen und Zubehör.

g) Elektrische Maschinen.

1. Die Maschinen müssen eine gegen Feuchtigkeit besonders widerstandsfähige Isolation erhalten. (Nach längerem Stillstand mit Strom austrocknen.)

Wenn die Spannung eines Poles gegen Erde mehr als 250 V beträgt, so sind alle stromführenden Teile gegen Berührung zu schützen.

Maschinenräume sind möglichst trocken zu halten, insbesondere sind Pumpenkammern vom Sumpf möglichst abzuschließen.

2. Wo Tropf- oder Spritzwasser auftreten, sind die Maschinen und Zubehör dagegen ausreichend zu schützen.

3. Haben die Maschinenkammern den Charakter von durchtränkten Räumen (§ 43 der Abteilung I Niederspannung), so sind dort die Maschinen mit einem isolierenden Bedienungsgang zu umgeben.

Beleuchtungsanlagen.

h) Glühlampen.

1. Glühlampen dürfen nur mit dichtschließenden Überglocken, die auch die Fassung umschließen, verwendet werden. Wo die Entfernung bis zur Sohle weniger als 2 m beträgt, müssen die Überglocken noch durch einen Schutzkorb aus Drahtgeflecht gegen mechanische Beschädigung geschützt sein.



2. Die Leitungs-Einführungen an den Beleuchtungskörpern sind so abzudichten, daß Feuchtigkeit ins Innere der Überglocken nicht eindringen kann.

3. Die Verwendung einer höheren Spannung gegen Erde als 250 V durch Hintereinanderschaltung von Glühlampen ist nur bei solchen Stromkreisen zulässig, welche ihren Lichtstrom von einer Bahnleitung entnehmen; dabei muß der Schutzkorb geerdet sein und die Lampen dürfen nicht unter Spannung ausgewechselt werden.

4. Schnurpendel sind unzulässig.

i) Bogenlampen.

Bogenlampen dürfen nicht an ihren Stromzuleitungen aufgehängt werden. Sie müssen während des Betriebes der zufälligen Berührung entzogen sein und dürfen während der Bedienung nicht unter Spannung stehen.

Schlagwettergruben.

Zu den für schlagwetterfreie Gruben vorstehend angegebenen Vorschriften treten für Schlagwettergruben nachfolgende Bestimmungen:

Leitungen.

k) Blanke Leitungen sind nur zulässig, wenn sie betriebsmäßig geerdet sind und nicht zur Stromabnahme durch schleifende oder rollende Kontakte dienen.

l) Isolierte Drahtleitungen, wie in c) erwähnt, dürfen fest verlegt nur in Eisen- oder Stahlrohren Verwendung finden. Vgl. e) Abs. 4.

m) Kabel der in d) beschriebenen Art sind als fest verlegte Leitungen in allen nicht unter k) und l) genannten Fällen zu verwenden; Verlegung nach d).

Schalttafeln und Apparate.

n) Die Verteilungstafeln sind nach Möglichkeit in den frischen Wetterstrom zu legen.

o) Die Ausschalter, Umschalter und Sicherungen sind luftdicht in kräftige Gehäuse einzukapseln.

Die Einkapselung der Sicherungen muß so erfolgen, daß durch das Abschmelzen einer Sicherung keine andere gefährdet und das Herausschlagen eines Flammenbogens mit Sicherheit verhindert wird.

2. Die Leitungs-Einführungen an den Beleuchtungskörpern sind so abzudichten, daß Feuchtigkeit ins Innere der Überglocken nicht eindringen kann.

3. Die Verwendung einer höheren Spannung gegen Erde als 250 V durch Hintereinanderschaltung von Glühlampen ist nur bei solchen Stromkreisen zulässig, welche ihren Lichtstrom von einer Bahnleitung entnehmen; dabei muß der Schutzkorb geerdet sein und die Lampen dürfen nicht unter Spannung ausgewechselt werden.

4. Schnurpendel sind unzulässig.

i) Bogenlampen.

Bogenlampen dürfen nicht an ihren Stromzuleitungen aufgehängt werden. Sie müssen während des Betriebes der zufälligen Berührung entzogen sein und dürfen während der Bedienung nicht unter Spannung stehen.

Schlagwettergruben.

Zu den für schlagwetterfreie Gruben vorstehend angegebenen Vorschriften treten für Schlagwettergruben nachfolgende Bestimmungen:

Leitungen.

k) Blanke Leitungen sind nur zulässig, wenn sie betriebsmäßig geerdet sind und nicht zur Stromabnahme durch schleifende oder rollende Kontakte dienen.

l) Isolierte Drahtleitungen, wie in c) erwähnt, dürfen fest verlegt nur in Eisen- oder Stahlrohren Verwendung finden. Vgl. e) Abs. 4.

m) Kabel der in d) beschriebenen Art sind als fest verlegte Leitungen in allen nicht unter k) und l) genannten Fällen zu verwenden; Verlegung nach d).

Schalttafeln und Apparate.

n) Die Verteilungstafeln sind nach Möglichkeit in den frischen Wetterstrom zu legen.

o) Die Ausschalter, Umschalter und Sicherungen sind luftdicht in kräftige Gehäuse einzukapseln.

Die Einkapselung der Sicherungen muß so erfolgen, daß durch das Abschmelzen einer Sicherung keine andere gefährdet und das Herausschlagen eines Flammenbogens mit Sicherheit verhindert wird.

p) Steckkontakte sind mit einer Verriegelung zu versehen, welche das Einstecken und das Herausziehen verhindert, so lange die Kontaktstelle unter Strom steht.

Elektrische Maschinen und Zubehör.

q) Elektrische Maschinen müssen schlagwettersicher gebaut oder schlagwettersicher, z. B. im einziehenden Wetterstrom, aufgestellt sein.

Die Kontaktapparate von Anlassern sind wettersicher einzukapseln und zwar so, daß die eingeschlossene Luftmenge möglichst gering ist.

r) Es empfiehlt sich, Motoren und Zubehör möglichst nahe der Sohle aufzustellen.

Beleuchtungsanlagen.

s) Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raum brennen. Dieselben müssen, einerlei in welcher Höhe sie angebracht sind, außer der Überglocke (h) noch einen Schutzkorb aus starkem Drahtgeflecht besitzen.

§ 47.

Chemische Betriebsstätten.

Für chemische Betriebsstätten gelten die der verwendeten Spannung entsprechenden allgemeinen Vorschriften für elektrische Starkstromanlagen, sofern sie nicht durch die nachstehenden Bestimmungen abgeändert werden.

a) Räume, in denen Substanzen, welche mit Luft explosible Mischungen bilden, erzeugt, verarbeitet oder aufbewahrt werden, sind nicht als explosionsgefährlich im Sinne des § 3 h anzusehen, wenn die Erzeugung, Verarbeitung oder Aufbewahrung in Behältern geschieht, die so verschlossen sind, daß betriebsmäßig kein Dampf bezw. Staub oder Fasern in explosionsgefährlicher Menge austreten können.

Auf solche Räume finden die nachfolgenden Vorschriften b bis f Anwendung:

b) Leitungen. Blanke Leitungen und fest verlegte Schnüre nach §§ 8a und 8c sind nicht gestattet. Die Leitungen müssen in Rohren verlegt werden, wenn die in den Räumen auftretenden Stoffe das Isoliermaterial angreifen. Sie müssen ferner an den Stellen, wo mechanischer Schutz erforder-

p) Steckkontakte sind mit einer Verriegelung zu versehen, welche das Einstecken und das Herausziehen verhindert, so lange die Kontaktstelle unter Strom steht.

Elektrische Maschinen und Zubehör.

q) Elektrische Maschinen müssen schlagwettersicher gebaut oder schlagwettersicher, z. B. im einziehenden Wetterstrom, aufgestellt sein.

Die Kontaktapparate von Anlassern sind wettersicher einzukapseln und zwar so, daß die eingeschlossene Luftmenge möglichst gering ist.

r) Es empfiehlt sich, Motoren und Zubehör möglichst nahe der Sohle aufzustellen.

Beleuchtungsanlagen.

s) Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raum brennen. Dieselben müssen, einerlei in welcher Höhe sie angebracht sind, außer der Überglocke (h) noch einen Schutzkorb aus starkem Drahtgeflecht besitzen.

§ 47.

Chemische Betriebsstätten.

Für chemische Betriebsstätten gelten die der verwendeten Spannung entsprechenden allgemeinen Vorschriften für elektrische Starkstromanlagen, sofern sie nicht durch die nachstehenden Bestimmungen abgeändert werden.

a) Räume, in denen Substanzen, welche mit Luft explosible Mischungen bilden, erzeugt, verarbeitet oder aufbewahrt werden, sind nicht als explosionsgefährlich im Sinne des § 3 h anzusehen, wenn die Erzeugung, Verarbeitung oder Aufbewahrung in Behältern geschieht, die so verschlossen sind, daß betriebsmäßig kein Dampf bezw. Staub oder Fasern in explosionsgefährlicher Menge austreten können.

Auf solche Räume finden die nachfolgenden Vorschriften b bis g Anwendung:

b) Leitungen. Blanke Leitungen und fest verlegte Schnüre nach §§ 8a und 8c sind nicht gestattet. Betreffend andere Arten von Leitungen siehe §§ 7 und 8 (Hochspannung). Die Leitungen müssen in Rohren verlegt werden, wenn die in den Räumen auftretenden Stoffe das Isoliermaterial an-

lich ist, in widerstandsfähige Metallrohre eingezogen sein. Armierte Kabel nach § 9c bedürfen keiner Schutzrohre.

c) Elektrische Maschinen und Widerstände. Auf diese findet die Vorschrift des § 40a Anwendung. Transformatoren bedürfen keiner besonderen luft- und staubdichten Schutzkästen.

d) Ausschalter, Umschalter und Sicherungen sind luftdicht in kräftige Gehäuse einzukapseln.

Die Einkapselung der Sicherungen muß so erfolgen, daß durch das Abschmelzen einer Sicherung keine andere gefährdet und das Herausschlagen eines Flammenbogens mit Sicherheit verhindert wird.

e) Steckkontakte sind mit einer Verriegelung zu versehen, welche das Einstecken und das Herausziehen verhindert, solange die Kontaktstelle unter Strom steht.

f) Lampen. Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raume brennen. Dieselben müssen mit dicht schließenden Überglocken, welche auch die Fassung dicht einschließen, verwendet werden. Betreffend Handlampen siehe § 19 f. Dieselben müssen einen Schutzkorb haben.

g) vacat.

h) Feuergefährliche, explosionsgefährliche, feuchte und durchtränkte Räume sind nach den Vorschriften der §§ 39, 40, 41 und 43 zu behandeln.

i) Räume mit ätzenden Dünsten. In Räumen, in welchen ätzende Dünste auftreten, dürfen festverlegte Schnüre überhaupt nicht, für Handlampen nur Schnüre mit Isolation mindestens von der Güte von § 8 b, welche mit einer gegen die betreffenden chemischen Einflüsse schützenden Hülle umgeben sind, verwendet werden. Kabel sind je nach Art der chemischen Einflüsse zu schützen. Soweit die Leitungen anderer Art durch geeigneten Überzug, z. B. Anstrich oder dicht schließende Verkleidung, wie Rohre, gegen die vorhandenen Dünste geschützt werden können, soll dies geschehen. Metallrohre müssen ihrerseits wieder durch Anstrich geschützt sein. Wenn die in solchen Räumen verlegten Leitungen nicht mindestens den in den Verbandsvorschriften gegebenen

greifen. Betreffend Schutz gegen Berührung und mechanische Beschädigung siehe § 26. Armierte Kabel nach § 9c bedürfen keiner Schutzrohre.

c) Elektrische Maschinen und Widerstände. Auf diese findet die Vorschrift des § 40a (Niederspannung) Anwendung. Transformatoren bedürfen keiner besonderen luft- und staubdichten Schutzkästen.

d) Ausschalter, Umschalter und Sicherungen sind luftdicht in kräftige Gehäuse einzukapseln.

Die Einkapselung der Sicherungen muß so erfolgen, daß durch das Abschmelzen einer Sicherung keine andere gefährdet und das Herausschlagen eines Flammenbogens mit Sicherheit gehindert wird.

e) Steckkontakte sind mit einer Verriegelung zu versehen, welche das Einstecken und das Herausziehen verhindert, solange die Kontaktstelle unter Strom steht.

f) Lampen. Es sind nur Glühlampen zulässig, welche im luftleeren Raume brennen. Dieselben müssen mit dicht schließenden Überglocken, welche auch die Fassung dicht einschließen, verwendet werden. Handlampen sind verboten.

g) Spannungen von mehr als 1000 V sind für Licht und Motorenbetrieb nicht zulässig.

h) Feuergefährliche, explosionsgefährliche, feuchte und durchtränkte Räume, sowie Räume mit ätzenden Dünsten sind nach den Vorschriften der §§ 39, 40, 41, 42 und 43 zu behandeln.

Prüfungsvorschriften genügen, müssen sie wie blanke Leitungen verlegt werden.

§ 48.
Inkrafttreten dieser Vorschriften.

a) Diese Vorschriften gelten im allgemeinen für Anlagen oder Erweiterungen, welche nach dem 1. Januar 1904, mit den Nachträgen ETZ. 1904 S. 686 für Anlagen, welche nach dem 1. Januar 1905, und mit den Nachträgen ETZ. 1905 S. 719 für Anlagen, welche nach dem 1. Juli 1905 fertig gestellt wurden. Sie haben keine rückwirkende Kraft.

b) Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, dieselben den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

---

§ 48.

Inkrafttreten dieser Vorschriften.

a) Diese Vorschriften gelten im allgemeinen für Anlagen oder Erweiterungen, welche nach dem 1. Januar 1904, mit den Nachträgen ETZ. 1904 S. 686 für Anlagen, welche nach dem 1. Januar 1905, und mit den Nachträgen ETZ. 1905 S. 719 für Anlagen, welche nach dem 1. Juli 1905 fertig gestellt wurden. Sie haben keine rückwirkende Kraft.

b) Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, dieselben den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

Sicherheitsvorschriften für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Vereins Deutscher Elektrotechniker zu Düsseldorf im Jahre 1902. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 154.

I. Allgemeine Betriebsvorschriften für Elektrizitätswerke und andere Stromerzeugungsanlagen.

§ 1. Vorschriften, Warnungstafeln und Pläne.

In jedem Betriebe sollen an einer geeigneten und jedem Arbeiter zugänglichen Stelle angebracht sein:

a) Die Vorschriften der zuständigen Berufsgenossenschaft einschließlich der Vorschrift über die erste Hilfeleistung bei Unglücksfällen.

b) Warnungstafeln, welche auf die Gefahr der Berührung aufmerksam machen.

Diese Warnungstafeln müssen, wenn die Leitungen oder sonstige zugängliche Betriebsmittel Hochspannung führen, den roten Blitzpfeil tragen. Das kleinste zulässige Format für Warnungstafeln beträgt 20×10 cm. Die Warnungstafeln sind außerdem noch an besonders gefährlichen Stellen anzubringen.

Es sollen ferner in jedem Betriebe für jeden Angestellten leicht erreichbar untergebracht sein:

a) das Schaltungsschema der Anlage,

b) die in Frage kommenden Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, e. V.,

c) diese Betriebsvorschriften.

Die Betriebsleitung hat darauf zu achten, daß Änderungen in der Anlage im Schaltungsschema fortlaufend nachgetragen werden.

§ 2. Personal.

a) Jeder im Betriebe Beschäftigte hat von den angeschlagenen, sowie den zur Einsichtnahme bereitliegenden Vor-

schriften Kenntnis zu nehmen und denselben in allen Punkten nachzukommen. Insbesondere sind die bereit gestellten Schutzmittel nach Vorschrift in Gebrauch zu nehmen.

b) Die Arbeiter müssen eng anschließende Kleidung tragen.

c) Jeder im Betriebe Beschäftigte hat von allen Vorkommnissen und Zuständen, welche nach seiner Meinung eine Gefahr für die Anlage oder für Personen im Gefolge haben können, seinem Vorgesetzten unverzüglich Anzeige zu machen.

§ 3. Betriebsmittel und Betriebsräume.

a) Betriebsräume müssen, solange Personen sich darin aufhalten, hinreichend beleuchtet sein.

b) Alle Betriebsmittel sind mit den vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen zu versehen.

c) Die Bedienungsgänge sind stets frei zu halten.

d) Die Betriebsmittel und Schutzvorrichtungen, sowie alle Betriebsräume sind in gutem Zustande und rein zu erhalten. Unter Spannung befindliche Betriebsmittel dürfen nur unter Beachtung besonderer Verhaltungsvorschriften gereinigt werden. Vorschriften und Warnungstafeln sind stets in leserlichem Zustande zu erhalten.

e) Entzündliche Gegenstände dürfen nicht in gefährlicher Nähe elektrischer Maschinen, Apparate und Leitungen aufbewahrt werden. Putzwolle ist in besonderen Metallkästen unterzubringen.

f) Zum Löschen eines etwa entstehenden Brandes sind geeignete Löschmittel, wie z. B. trockener Sand, an passenden Stellen bereit zu halten. Das Anspritzen von unter Spannung stehenden Teilen ist zu unterlassen.

g) Maschinen, Apparate und Leitungen sind nach längerer Außerbetriebsetzung, besonders, wenn dieselben in feuchten Räumen sich befinden, vor der Inbetriebnahme auf Isolation zu prüfen, und letztere ist erforderlichenfalls wieder herzustellen.

h) Arbeiten an Spannung führenden Teilen sind nur unter Beachtung der im nachfolgenden angegebenen, sowie etwaiger vom Betriebsleiter erlassener Sicherheitsvorschriften statt-

haft. In explosionsgefährlichen oder durchtränkten Räumen dürfen Arbeiten an Spannung führenden Teilen unter keinen Umständen ausgeführt werden.

i) Der Austausch durchgebrannter Sicherungen hat mit Vorsicht zu erfolgen und darf nur durch instruiertes Personal vorgenommen werden.

§ 4. Revisionen.

a) Alle Betriebsmittel müssen in angemessenen Zwischenräumen revidiert werden, wobei den zum Schutze des Personals und des Publikums eingeführten Schutzvorrichtungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist. Dabei ist auch der Isolationszustand der Betriebsmittel und der Zustand der Erdungsleitungen zu kontrollieren.

b) Das Resultat der Revision ist in ein Buch einzutragen, welches nur diesem Zwecke dient; die erfolgte Beseitigung etwaiger Mängel ist darin ebenfalls zu vermerken.

II. Betriebsvorschriften für Freileitungen.

§ 5.

a) Der erforderliche Abstand zwischen Freileitungen und Bäumen oder Gebäudeteilen muß durch entsprechende Maßnahmen aufrecht erhalten werden.

b) Leitungsanlagen sind jährlich mindestens einmal einer Revision zu unterwerfen. Dabei sind gefahrdrohende Mängel zu beseitigen.

c) Die an den Freileitungen angebrachten Schutznetze, Blitzableiter und Erdungsstellen sind in gutem Zustande zu erhalten.

III. Betriebsvorschriften für elektrische Installationen und Stromverbraucher, welche mit Niederspannung betätigt werden.

§ 6. Zustand der Anlagen.

Die elektrischen Anlagen sind den „Sicherheitsvorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen“ des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechend in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten. Insbesondere ist den folgenden Punkten Aufmerksamkeit zuzuwenden:

a) Der Zugang zu Maschinen und Apparaten, insbesondere Schalt- und Verteilungstafeln, muß stets frei gehalten werden.

b) Schutzkästen und Schutzhüllen jeder Art müssen in brauchbarem Zustande erhalten werden.

c) Warnungsschilder, Bedienungsvorschriften u. s. w., soweit vorgeschrieben, sind in leserlichem Zustande zu erhalten.

§ 7. Revisionen.

a) Zur Kontrolle ihres ordnungsmäßigen Zustandes sind alle Anlagen zunächst vor Inbetriebsetzung und sodann in angemessenen Zwischenräumen zu revidieren, wobei den vorgeschriebenen Schutzvorrichtungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist. Hierbei ist auch der Isolationszustand der Anlagen zu kontrollieren. Erhebliche Erweiterungen sind wie Neuanlagen zu behandeln.

b) Werden bei der Revision Fehler entdeckt, so sind dieselben in angemessener Frist zu beseitigen.

c) Über jede Revision ist ein Protokoll aufzunehmen, in das die etwa vorgefundenen Fehler und die zu ihrer Beseitigung empfohlenen Maßnahmen einzutragen sind.

d) Die Revisionen haben stattzufinden in Warenhäusern, Theatern, sowie feuergefährlichen und durchtränkten Räumen, jährlich mindestens einmal; in gewöhnlichen Läden, Betriebsräumen und Bureaus alle drei Jahre einmal; in Wohnungen alle fünf Jahre einmal.

§ 8. Arbeiten im Betriebe.

a) Jede unnötige Berührung von ungeschützten stromführenden Leitungen, sowie Teilen von Maschinen, Apparaten und Lampen ist verboten.

b) Installationsarbeiten an unter Spannung stehenden Leitungen und Apparaten sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

c) Betriebsarbeiten (Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten) dürfen nur durch instruiertes Personal ausgeführt werden, und zwar, wenn irgend angängig, nur im spannungslosen Zustand der Leitungen. Sämtliche Betriebsarbeiten dürfen nur bei ausreichender Beleuchtung vorgenommen werden.

d) In explosionsgefährlichen oder durchtränkten Räumen sind Arbeiten unter Spannung verboten.

e) Wenn Arbeiten unter Spannung vorgenommen werden müssen, so sind bei deren Ausführung die folgenden Bestimmungen zu beachten:

1. Nach Möglichkeit müssen an den betreffenden Apparaten, Schalttafeln u. s. w. alle ungeschützten unter Spannung stehenden Teile so weit abgedeckt werden, daß die gleichzeitige Berührung verschiedener Polaritäten oder Phasen für den Arbeitenden ausgeschlossen ist.
2. Es dürfen nur Werkzeuge benutzt werden, deren Metallteile, sofern ihre Handhabung es zuläßt, mit Isoliermaterial überzogen sind.
3. Der Arbeitende hat sich auf eine isolierende Unterlage zu stellen und dabei die Berührung unisoliert stehender Personen und leitender Gegenstände zu vermeiden.

IV. Betriebsvorschriften für Akkumulatorenanlagen.

§ 9.

a) Akkumulatorenräume müssen während der Ladung gut gelüftet werden. Offene Flammen und glühende Körper dürfen während der Überladung nur bei Reparaturen und dann nur bei Anwendung entsprechender Vorsichtsmaßregeln in denselben geduldet werden.

b) Die Gebäudeteile und Betriebsmittel einschließlich der Leitungen, sowie die isolierenden Bedienungsgänge sind vor schädlicher Einwirkung der Säure zu schützen und von Zeit zu Zeit auf gute Beschaffenheit zu untersuchen.

c) Verschüttete Säure ist tunlichst bald unschädlich zu machen.

d) Für die in Akkumulatorenanlagen beschäftigten Arbeiter sind erforderlichenfalls entsprechende Schutzmittel bereit zu halten.

e) Essen, Trinken und Rauchen in Akkumulatorenräumen ist verboten. Die Akkumulatorenwärter sind zur Reinlichkeit anzuhalten, und auf die Gefahren, welche Säure und Blei-

salze mit sich bringen, aufmerksam zu machen. Für ausreichende Wascheinrichtungen und Waschmittel ist Sorge zu tragen.

V. Betriebsvorschriften für Hochspannungsanlagen.

§ 10.

Räume, in welchen Hochspannung führende Teile ungeschützt (d. h. zufälliger Berührung zugänglich) angebracht sind, sind durch Warnungstafeln zu kennzeichnen und verschlossen zu halten. Sie dürfen während des Betriebes zur Vornahme von Arbeiten nur von mindestens zwei Personen, die speziell dazu ermächtigt und eingehend instruiert sind, betreten werden. Eine Berührung Hochspannung führender Leitungen und Apparate ist wegen der damit verbundenen Lebensgefahr verboten.

§ 11.

Diejenigen Vorsichtsmaßregeln, welche für Arbeiten unter Spannung gelten, sind zu beachten:

1. wenn die Erdung und Kurzschließung an der Arbeitsstelle selbst nicht ausführbar (z. B. Demontage von Kabelmuffen),
2. wenn der mit der Ausführung Beauftragte nicht selbst in der Lage ist, sich davon zu überzeugen, daß die Abschaltung, Erdung und Kurzschließung an geeigneter Stelle (wie Station, Schalthaus, Säule) vorgenommen ist,
3. wenn eine Unsicherheit darüber besteht, ob das Kabel, an welchem gearbeitet werden soll, mit dem abgeschalteten und kurzgeschlossenen wirklich identisch ist.

a) An elektrischen Maschinen, Apparaten und Teilen des Leitungsnetzes darf nur nach vorheriger Ausschaltung und einer unmittelbar an der Arbeitsstelle vorgenommenen Erdung und Kurzschließung der zur Stromleitung dienenden Teile gearbeitet werden. Zur Erdung und Kurzschließung*) dürfen Leitungen unter 10 qmm nicht verwendet werden.

*) Die Kurzschließung und Erdung bezwecken, dem Personal ein Berühren der betreffenden Leiterteile ohne Gefährdung zu ermöglichen. Die Kurzschließung soll dabei unter anderem bewirken, daß bei irrtümlicher Einschaltung derjenigen Leiterteile, an welchen gearbeitet wird, die zugehörigen Sicherungen abschmelzen und die Leitung dadurch stromlos wird. Da hierbei jedoch die Schmelzsicherung einer Leitung (eines Poles) unversehrt bleiben, und letztere somit die Hoch-



b) Um behufs Ausführung der verlangten Arbeiten die erforderlichen Ausschaltungen der entsprechenden Hochspannungskabel mit Sicherheit vornehmen zu können, ist in jeder Schalt- und Transformatorenstation ein schematischer Übersichtsplan niederzulegen, in welchem die vorzunehmenden Ausschaltungen, sowie, falls erforderlich, deren Reihenfolge bezeichnet sind.

c) Ist aus dringenden Betriebsrücksichten eine Abschaltung desjenigen Teiles der Anlage, an welchem selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe gearbeitet werden soll, nicht möglich, so sind folgende Vorsichtsmaßregeln zu erfüllen:

1. Diese Arbeiten dürfen nur in Gegenwart des Betriebsleiters oder eines von ihm besonders Beauftragten ausgeführt werden.
2. Die Arbeiter müssen gegen die Einwirkung der Hochspannung geschützt sein. Die gute Beschaffenheit der Schutzmittel ist vom Arbeiter vor jedesmaligem Gebrauch zu prüfen.
3. Es sind die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um ein unabsichtliches, mit Gefahr verbundenes Berühren Hochspannung führender Metallteile zu verhindern.

d) Sicherungen und Unterbrechungsstücke, die nicht so konstruiert sind, daß man sie ohne weiteres gefahrlos handhaben kann, müssen mit isolierender Zange eingesetzt und herausgenommen werden.

e) Eine Unterbrechung des Stromkreises mittels Sicherung, Unterbrechungsstück oder Steckkontakt darf nur erfolgen, wenn schädliche Lichtbogenbildung dabei nicht auftreten kann.

f) Sind bei Betriebsstörungen oder zur Vornahme von Arbeiten Teile des Leitungsnetzes oder der sonstigen Betriebsmittel oder die ganze Zentrale ausgeschaltet worden, so darf die Wiedereinschaltung erst dann erfolgen, wenn der Betriebsleiter oder ein von ihm besonders Beauftragter sich davon überzeugt hat, daß das gesamte Personal von den Arbeitsstellen zurückgezogen bezw. jeder einzelnen in Be-

---

spannung gegen Erde behalten kann, so ist die betreffende Leitung außerdem noch zu erden. Durch diese Erdverbindung kann unter Umständen ein derartig starker Strom fließen, daß auch die letzte Sicherung der geerdeten Leitung funktioniert. Deshalb ist die Erdungsverbindung so herzustellen daß sie genügende Leitungsfähigkeit besitzt.



tracht kommenden Person von der beabsichtigten Einschaltung rechtzeitig Kenntnis gegeben ist. Die Meldungen sind auch durch Telephon zulässig. Eine vorherige Vereinbarung der Wiederinbetriebsetzung auf einen bestimmten Zeitpunkt genügt allein nicht. Außerdem hat sich der Betriebsleiter oder ein von ihm besonders Beauftragter zu überzeugen, daß alle Schaltungen und Verbindungen in richtiger Weise ordnungsmäßig wiederhergestellt sind und keine Verbindungen bestehen, durch welche ein Übertritt der Hochspannung in außer Betrieb bleibende Teile verursacht werden kann.

g) Das gleiche gilt von neu in Betrieb zu setzenden Leitungen und Apparaten u. s. w.; jedoch hat in diesem Falle der Betriebsleiter oder der von ihm Beauftragte außerdem die Pflicht, sich durch Inaugenscheinnahme aller zugänglichen Stellen, allenfalls durch Vornahme entsprechender Prüfungen, davon zu überzeugen, daß durch die Inbetriebsetzung eine Gefährdung von Menschenleben ausgeschlossen ist.

§ 12.

Jeder im Hochspannungsbetriebe Beschäftigte hat alle wahrgenommenen außergewöhnlichen Vorkommnisse und Störungen sofort dem nächsten Vorgesetzten zu melden und ist verpflichtet, alle zu seinem Arbeitsbereich gehörigen Maßnahmen zu treffen, welche nach der erhaltenen Instruktion geeignet erscheinen, Gefahren für Personen und für den Betrieb zu verhindern oder zu beseitigen.

VI. Zustand der Anlagen und Revisionen.

§ 13.

Die Vorschriften der §§ 6 und 7 finden auch für Hochspannungsanlagen sinngemäße Anwendung.

VII. Inkrafttreten dieser Vorschriften.

§ 14.

a) Diese Vorschriften treten mit dem 1. März 1903 in Kraft.

b) Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, sie den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

Empfehlenswerte Maßnahmen bei Bränden.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Dortmund-Essen im Jahre 1905. Veröffentlicht: ETZ 1905. S. 720.

Bei ausbrechenden Bränden sind an den elektrischen Installationen in den vom Brande betroffenen oder bedrohten Räumen folgende Maßnahmen zu empfehlen:*)

A. Betriebsanlagen.

1. In vom Feuer betroffenen oder unmittelbar bedrohten elektrischen Betriebsanlagen ist der Betrieb nur im äußersten Notfall und womöglich nur durch das Betriebspersonal einzustellen. Das Eingreifen von Personen, die mit dem betreffenden Betriebe nicht vertraut sind, ist tunlichst zu vermeiden.

2. Die Maschinen und Apparate sind soweit als möglich vor Löschwasser zu schützen. Empfehlenswerte Löschmittel für Maschinen und Apparate sind trockener Sand, Kohlensäure und ähnliche nicht leitende und nicht brennbare Stoffe.

B. Installationen.

1. Die Lampen in den vom Feuer betroffenen oder bedrohten Räumen sind — auch bei Tage — einzuschalten. Sie leuchten im Gegensatze zu allen anderen Beleuchtungsmitteln auch in raucherfüllten Räumen weiter und sind daher zur Erleichterung von Rettungsarbeiten unentbehrlich. Die Leitungen dürfen daher nicht abgeschaltet werden.

2. Vom Feuer bedrohte Elektromotorenbetriebe sind, falls erforderlich, durch die damit betrauten Personen auszuschalten. Das Eingreifen von Personen, die mit den be-

*) Diese Ratschläge beziehen sich nicht auf Freileitungen. Die an Freileitungen der Elektrizitätswerke in Brandfällen vorzunehmenden Maßregeln sind nach den speziellen Verhältnissen vom Elektrizitätswerke mit der Feuerwehr zu vereinbaren.

treffenden Betrieben nicht vertraut sind, ist tunlichst zu vermeiden.

3. Die Lösch- und Rettungsarbeiten der Feuerwehr sind im übrigen ohne Rücksicht auf die elektrischen Installationen vorzunehmen. Nur soll das Bespritzen von elektrischen Apparaten, Schalttafeln, Sicherungen, nach Möglichkeit vermieden und kein Leitungsdraht ohne zwingenden Grund durchhauen werden.

4. Sämtliche Einrichtungen, welche zum Anschlusse eines Elektrizitätswerkes gehören, wie Verteilungskästen, Elektrizitätszähler, Transformatoren, sind von der Feuerwehr tunlichst unberührt zu lassen und deren Bespritzen mit Wasser ist zu vermeiden. Empfehlenswerte Löschmittel siehe A 2.

5. Beamte der Elektrizitätswerke, welche sich als solche legitimieren, erhalten Zutritt zur Brandstelle, um, wenn nötig, Transformatoren und deren Zubehör, sowie andere dem Elektrizitätswerke gehörige Teile stromlos zu machen. Den Anordnungen des Leiters der Feuerwehr auf der Brandstelle ist Folge zu leisten. Wenn an der Brandstelle Gefahr für die Beschädigung von Transformatoren oder deren Zuleitungen vorliegt, wird seitens der Feuerwehr der Betriebsdirektion des Elektrizitätswerkes auf dem schnellsten Wege Nachricht gegeben.

Empfehlenswerte Maßnahmen nach dem Brande.

Nach Beendigung der Löscharbeiten sind die vom Brande betroffenen Teile der Anlage zunächst vollständig abzuschalten. Sie dürfen nicht eher wieder in endgültige Benutzung genommen werden, als bis sie den Sicherheitsvorschriften entsprechen.

Vorschriften über die Herstellung und Unterhaltung von Holzgestängen für elektrische Starkstromanlagen.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 682.

1. Stangen mit geringerer Zopfstärke als 15 cm sind nur für Niederspannung bis 250 V gegen Erde zulässig. Stangen für Hochspannung müssen mindestens 18 cm Zopfstärke haben.

2. Die Stangen sind je nach der Bodengattung und Länge entsprechend tief einzugraben (im mittleren Boden je nach ihrer Länge auf eine Tiefe von in der Regel mindestens 1,5 bis 2,5 m), gut zu verrammen (in weichen Boden einzubetonieren) und in allen Winkelpunkten zu verstärken, zu verankern oder zu verstreben. Wenn für die Aufstellung der Leitungstragstangen die Wahl der Straßenseite freisteht, so empfiehlt sich die Benutzung der Ostseite, weil dann die eventuell durch den am häufigsten auftretenden Weststurm umgeworfenen Stangen nicht auf die Straße fallen.

Bei Leitungen, welche heftigen Stürmen ausgesetzt sind, soll auch in geraden Strecken jede fünfte Stange mit Verankerungen derart versehen werden, daß ein Auffallen der Stangen auf die Verkehrswege infolge von Stangenbrüchen möglichst ausgeschlossen wird.

3. An den Stangen muß bezeichnet sein:

a) das Jahr der Aufstellung.
b) die fortlaufende Nummer, wobei zu beachten ist, daß bei benachbarten oder sich kreuzenden Leitungen sämtliche Stangen verschiedene Nummern haben müssen.
c) die Art der eventuellen Imprägnierung durch einen Buchstaben:

C — Kupfervitriol. Q — Quecksilberchlorid.
K — Kreosot.

4. Für die Standpunkte der Stangen dürfen in geraden Strecken nachfolgende Maximalabstände nicht überschritten werden.

Für Linien mit einem Gesamtquerschnitt der Leitungsdrähte und Schutzdrähte

a) von 100 bis 200 qmm 45 m,

b) von 200 bis 300 qmm 40 m,

c) darüber 35 m.

In Kurven, bei Kreuzungen mit anderen elektrischen Leitungen, mit Eisenbahnen und bei Wegeüberführungen müssen die Stangenabstände den Umständen entsprechend geringer gewählt werden.

An Straßen- und Wegeübergängen muß bei Hochspannungsleitungen auf jeder Seite der Straße eine Stange stehen, deren Umfallen auf die Straße durch Verstärkung der Verankerung oder Verstrebung möglichst zu verhindern ist. Ist der Gesamtquerschnitt der Leitungen größer als 300 qmm, oder muß infolge besonderer Umstände, wie z. B. bei Flußübergängen zu größeren Stangenabständen, als oben angegeben, gegriffen werden, so sind entweder Stangen von stärkeren Dimensionen oder gekuppelte Stangen anzuwenden.

Sicherheitsvorschriften für elektrische Bahnanlagen.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Kassel im Jahre 1904. Veröffentlicht: ETZ 1904. S. 684.

Die hierunter stehenden Vorschriften gelten für die elektrischen Einrichtungen von Bahnanlagen, deren Betriebsspannung 1000 V gegen Erde nicht übersteigen kann.

Auf diejenigen Bahnanlagen oder Teile von solchen, bei denen die Spannung mehr als 1000 V gegen Erde beträgt, finden die Hochspannungsvorschriften sinngemäße Anwendung.

I.
Kraftwerke.

§ 1.

Für die Kraftwerke, welche dem elektrischen Bahnbetriebe dienen, gelten die Sicherheitsvorschriften für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen der in Betracht kommenden Spannung. Unterstationen, Wagenschuppen und Werkstätten sind als Betriebsräume im Sinne der Sicherheitsvorschriften anzusehen.

II.
Leitungsanlagen.

§ 2.

Für die Leitungsanlagen außerhalb der Kraftwerke und der Fahrzeuge gelten im allgemeinen die Sicherheitsvorschriften; an Stelle des § 23 derselben treten jedoch die folgenden Bestimmungen:

a) Für Bahnen sind wetterbeständig isolierte Freileitungen von mindestens 10 qmm Querschnitt zulässig.

b) Fahrleitungen und oberirdische Speiseleitungen, welche nicht auf Porzellan- oder Glasdoppelglocken verlegt sind, müssen gegen Erde doppelt isoliert sein. Bei Anwendung der sogenannten dritten Schiene als Fahrleitung ist es zulässig, Holz als zweite Isolation anzuwenden.

c) Leitungen und Apparate sind so anzubringen, daß sie ohne besondere Hilfsmittel nicht zugänglich sind. (Siehe auch unter f.)

d) Querdrähte jeder Art (Trag- und Zugdrähte), welche im Handbereich liegen, müssen gegen Spannung führende Leitungen doppelt isoliert sein.

e) Die Höhe der Luftleitungen über öffentlichen Straßen darf auf offener Strecke nicht unter 5 m betragen. Eine geringere Höhe ist bei Unterführungen zulässig, wenn geeignete Vorsichtsmaßregeln getroffen werden.

f) Bei elektrischen Bahnen auf besonderem Bahnkörper, soweit dieser dem Publikum nicht zugänglich ist, können die Leitungen (Drähte, Schienen u. s. w.) in beliebiger Höhe verlegt werden, wenn bei der gewählten Verlegungsart die Strecke von instruiertem Personal ohne Gefahr begangen werden kann. An Haltestellen und Übergängen sind die Leitungen gegen zufällige Berührung durch das Publikum zu schützen und Warnungstafeln anzubringen.

g) Spannweite und Durchhang müssen derart bemessen werden, daß Gestänge aus Holz eine zehnfache und aus Eisen eine vierfache Sicherheit, Leitungen bei minus 20° C eine fünffache Sicherheit (bei Leitungen aus hartgezogenem Metall eine dreifache Sicherheit) dauernd bieten. Dabei ist der Winddruck mit 125 kg für 1 qm senkrecht getroffener Drahtfläche in Rechnung zu bringen. Freileitungen müssen mindestens 10 qmm Querschnitt haben.

h) Den örtlichen Verhältnissen entsprechend sind Freileitungen durch Blitzschutzvorrichtungen zu sichern, die auch bei wiederholten atmosphärischen Entladungen wirksam bleiben. Es ist dabei auf eine gute Erdleitung Bedacht zu nehmen. Fahrschienen können als Erdleitung benutzt werden.

i) Die Fahrdrähte sind mittels Streckenisolatoren in einzelne durch Ausschalter abschaltbare Abschnitte zu teilen, deren Länge in dichtbebauten Straßen in der Regel nicht über 1 km, in wenig bebauten Straßen nicht über 2 km

betragen soll. Auf eigenem Bahnkörper und auf offenen Landstraßen können die Ausschalter entbehrt werden.

k) Speiseleitungen, welche Spannung gegen Erde führen, müssen im Kraftwerk von der Stromquelle und an den Speisepunkten von den Fahrleitungen abschaltbar sein.

l) Die Streckenausschalter müssen, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel erreichbar sind, mit abschließbaren und verschlossen zu haltenden Schutzkasten versehen sein.

m) Die Lage der Ausschalter muß leicht kenntlich gemacht werden.

n) Bezüglich der Sicherung vorhandener Telephon- und Telegraphenleitungen gegen Störungen durch elektrische Bahnen wird auf § 12 des Telegraphengesetzes vom 6. April 1892 verwiesen.*)

§ 3.

a) Luftweichen müssen so eingerichtet sein, daß sich ein Stromabnehmer auch nach dem Entgleisen nicht festklemmen kann.

b) Luftweichen sind an der Abzweigstelle zu verankern.

c) Fahrdrahtkreuzungen sind so auszuführen, daß der Stromabnehmer im normalen Betrieb den kreuzenden Fahrdraht nicht berührt.

§ 4.

a) Der Isolationswiderstand der einzelnen Teilstrecken von oberirdischen Fahrdrähten muß bei Regenwetter und mit der Betriebsspannung gemessen mindestens 10000 Ohm für das km einfacher Länge betragen.

b) In mindestens halbjährigen Zwischenräumen sollen besondere Kontrollmessungen vorgenommen werden; über den Befund der Messungen ist Buch zu führen.

c) In mindestens halbjährigem Turnus sind die Isolationspunkte durchzumessen.

---

*) Dieser Paragraph lautet: „Elektrische Anlagen sind, wenn eine Störung des Betriebes der einen Leitung durch die andere eingetreten oder zu befürchten ist, auf Kosten desjenigen Teiles, welcher durch eine spätere Anlage oder durch eine später eintretende Änderung seiner bestehenden Anlage diese Störung oder die Gefahr derselben veranlaßt, nach Möglichkeit so auszuführen, daß sie sich nicht störend beeinflussen."

§ 5.

Bei Bahnen nach dem Zweileitersystem, deren Schienen als Leitung dienen, ist, sofern kein regelmäßiger Polaritätswechsel stattfindet, der negative Pol der Dynamomaschine mit der Gleisanlage zu verbinden.

§ 6.

Es ist dafür zu sorgen, daß Gleise, welche dem Publikum zugänglich sind, keine für Menschen oder Tiere gefährliche Spannung gegen Erde annehmen können.

III.

Fahrzeuge.

Für Motorwagen und für Anhängewagen, soweit die letzteren mit Starkstromleitung ausgerüstet sind, gelten die sämtlichen im folgenden aufgeführten Bestimmungen und nur diese.

§ 7.

Allgemeines.

a) Isolierstoffe. Die Isolierstoffe sollen in solcher Stärke verwendet werden, daß sie bei den im Betrieb vorkommenden Temperaturen von einer Spannung, welche die Betriebsspannung um 1000 V überschreitet, nicht durchschlagen werden. Außerdem muß das Isoliermaterial derartig gestaltet und bemessen sein, daß ein merklicher Stromübergang über die Oberfläche (Oberflächenleitung) unter normalen Verhältnissen nicht eintreten kann.

Bei Fahrschaltern (Kontrollern), ferner bei Bürstenjochen für Motoren und bei Stromabnehmern ist imprägniertes Holz als Isoliermaterial zulässig.

b) Isolierte Leitungen. Als isolierte Leitungen gelten umhüllte Leitungen, die nach 24-stündigem Liegen im Wasser eine Überspannung von 1000 V gegen das Wasser eine Stunde lang aushalten.

c) Feuersichere Gegenstände. Als feuersicher gilt



ein Gegenstand, der nicht entzündet werden kann oder nach Entzündung nicht von selbst weiter brennt.

d) Erdung. Als genügende Erdung für Fahrzeuge gilt die leitende Verbindung mit den Radreifen durch das Untergestell.

§ 8.

Generatoren, Motoren und Transformatoren.

Die Gestelle von zugänglich aufgestellten Generatoren, Motoren und Transformatoren müssen dauernd geerdet sein. Durch die Art der Aufstellung oder durch besondere Geländer muß dafür gesorgt sein, daß Personen auch bei Schleudern des Wagens nicht in Berührung mit blanken stromführenden oder sich bewegenden Teilen gelangen können. Die Aufstellung ist derart auszuführen, daß etwaige im Betriebe auftretende Feuererscheinungen keine Entzündung von brennbaren Stoffen hervorrufen können.

§ 9.

Akkumulatoren.

a) Akkumulatoren elektrischer Fahrzeuge können auf Holz montiert werden, wobei einmalige Isolation durch nicht hygroskopische Zwischenlagen ausreicht. Soweit nur instruiertes Personal in Betracht kommt, braucht die Möglichkeit, daß eine Person Teile verschiedener Spannung gleichzeitig berührt, nicht ausgeschlossen zu sein. Während des normalen Betriebes dürfen die Akkumulatoren dem Publikum nicht zugänglich sein. Es ist für ausreichende Lüftung zu sorgen.

b) Celluloid ist zur Verwendung als Kästen und außerhalb des Elektrolyten unzulässig.

§ 10.

Leitungen.

a) Der Querschnitt aller Fahrstromleitungen ist nach der Normalstromstärke der vorgeschalteten Sicherung laut folgender Tabelle oder stärker zu bemessen.

Querschnitt in qmm	Normalstromstärke der Sicherung
4	30 A
6	40 „
10	60 „
16	80 „
25	100 „
35	130 „
50	165 „
70	200 „
95	235 „
120	275 „

Drähte für Bremsstrom sind mindestens von gleicher Stärke wie die Fahrstromleitungen zu wählen.

Der Querschnitt aller übrigen Leitungen ist nach der Normalstromstärke der vorgeschalteten Sicherung laut folgender Tabelle oder stärker zu bemessen.

Querschnitt in qmm	Normalstromstärke der Sicherung
0,75	4 A
1	6 „
1,5	10 „
2,5	15 „
4	20 „
6	30 „
10	40 „
16	60 „
25	80 „
35	90 „
50	100 „
70	130 „
95	165 „
120	200 „
150	235 „
185	275 „
240	330 „

b) Isolierte Leitungen müssen eine Gummiisolierung in Form einer ununterbrochenen und vollkommen wasserdichten

Hülle besitzen. Die Gummiisolierung muß durch eine Umhüllung aus faserigem Material noch besonders geschützt sein.

c) Mehrfachleitungen sind zulässig, wenn jeder Leiter nach b) isoliert ist. Es ist hierbei statthaft, die isolierten Leitungen anstatt einzeln auch durch gemeinsame Umhüllung aus faserigem Material zu schützen.

d) Wenn vulkanisierte Gummiisolierung verwendet wird, muß der Leiter verzinnt sein.

e) Blanke Leitungen sind zulässig, wenn sie sicher isoliert, verlegt und gegen Berührung geschützt sind.

f) Isolierte Leitungen in Fahrzeugen müssen so geführt werden, daß ihre Isolierung nicht durch die Wärme benachbarter Widerstände oder Heizvorrichtungen gefährdet werden kann.

g) Alle festverlegten Leitungen sind derart anzubringen, daß sie nur dem instruierten Personal, nicht aber dem Publikum zugänglich sind.

h) Leitungsdrähte dürfen nur durch Verlöten, Verschrauben oder auf eine gleichwertige Verbindungsart miteinander verbunden werden. Drähte durch einfaches Umeinanderschlingen der Drahtenden zu verbinden ist unzulässig. Zur Herstellung von Lötstellen dürfen Lötmittel, welche das Metall angreifen, nicht verwendet werden. Die fertige Verbindungsstelle ist entsprechend der Art der betreffenden Leitungen sorgfältig zu isolieren.

i) Die Verbindung der Fahr- und Brems-Strom-Leitungen mit den Apparaten ist mittels gesicherter Schrauben oder durch Lötung auszuführen. Drahtseile bis zu 6 qmm und Drähte bis zu 25 qmm Leitungsquerschnitt können mit angebogenen Ösen an den Apparaten befestigt werden. Drahtseile über 6 qmm, sowie Drähte über 25 qmm Leitungsquerschnitt müssen mit Kabelschuhen oder einem gleichwertigen Verbindungsmittel versehen sein. Drahtseile von geringerem Querschnitt müssen, wenn sie nicht gleichfalls Kabelschuhe erhalten, an den Enden verlötet werden.

k) Nebeneinander verlaufende isolierte Fahrstromleitungen müssen entweder zu Mehrfachleitungen mit einer gemeinsamen wasserdichten Schutzhülle zusammengefaßt werden, derart, daß ein Verschieben und Reiben der Einzelleitungen

ausgeschlossen ist; dabei ist die Isolierhülle an den Austrittsstellen von Leitungen gegen Wasser abzudichten; oder die Leitungen sind getrennt zu verlegen und wo sie Wände oder Fußböden durchsetzen, durch Isoliermittel so zu schützen, daß sie sich an diesen Stellen nicht durchscheuern können.

l) Bei Wagen, aus denen das Publikum auf der Strecke gefahrlos ins Freie gelangen kann, dürfen isolierte Leitungen direkt auf Holz verlegt und Holzleisten zur Verkleidung derselben benutzt werden.

m) Verbindungsleitungen zwischen Motorwagen und Anhängewagen sollen so ausgeführt sein, daß auch bei zufälliger Berührung das Publikum keine Beschädigung erleiden kann. Bewegliche Kuppelungsstücke sollen so eingerichtet sein, daß diejenigen Teile, welche nach der Auslösung noch Spannung führen, das Publikum nicht beschädigen können.

n) Leitungen, die einer Verbiegung oder Verdrehung ausgesetzt sind, müssen aus leicht biegsamen Seilen hergestellt und, soweit sie isoliert sind, wetterbeständig hergerichtet sein.

o) In der Nachbarschaft von Metallteilen sind die Leitungen über der Isolierung noch mit einem besonderen feuchtigkeitsbeständigen Rohr oder Schlauch zu überziehen.

p) Krampen sind nur zur Befestigung von geerdeten blanken Leitungen zulässig. Bei ihrer Verwendung dürfen die Drähte nicht beschädigt werden.

q) Rohre können zur Verlegung isolierter Leitungen in und auf Wänden, Decken und Fußböden verwendet werden, sofern sie die Leitungen gegen die Wirkungen von Feuchtigkeit und vor mechanischer Beschädigung schützen. Sie können aus Metall- oder feuchtigkeitsbeständigem Isolierstoff oder aus Metall mit isolierender Auskleidung bestehen. Bei Verwendung eiserner Rohre für Ein- oder Mehrphasenstromleitungen müssen sämtliche zu einem Stromkreise gehörige Leitungen in demselben Rohre verlegt werden. Drahtverbindungen dürfen nicht innerhalb der Rohre, sondern nur in Verbindungsdosen ausgeführt werden, die jederzeit leicht geöffnet werden können.

Die Rohre sind so herzurichten, daß die Isolierung der Leitungen durch vorstehende Teile oder scharfe Kanten nicht verletzt werden kann. Metallrohre sind leitend zu verbinden

und zu erden. Die Rohre sind so zu verlegen, daß sich an keiner Stelle Wasser ansammeln kann.

§ 11.

Schalttafeln.

a) Schalttafeln in oder an Fahrzeugen dürfen Holz nur als Konstruktionsmaterial und nur mit feuersicherer Imprägnierung enthalten. Stromführende blanke Metallteile und solche Apparate, welche betriebsmäßig Funken erzeugen, müssen auf feuersicherer Unterlage montiert und müssen derart angeordnet sein, daß die Feuererscheinungen weder Personen noch brennbare Stoffe gefährden können. Blanke stromführende Metallteile müssen gegen zufällige Berührung geschützt sein.

b) Die Kontakte sind derart zu bemessen, daß im regelrechten Betriebe keine Erwärmung von mehr als 50° C über Lufttemperatur eintreten kann.

§ 12.

Fahrschalter.

Die Bedienungsgriffe der Fahrschalter müssen und zwar nur bei ausgeschaltetem Fahrstrom abnehmbar oder arretierbar sein. Sind sie dem Publikum zugänglich, so müssen sie abnehmbar sein. Die der Berührung ausgesetzten Teile müssen geerdet sein.

§ 13.

Sicherungen.

a) Jeder Motorwagen muß eine Abschmelz- oder gleichartig wirkende Hauptsicherung für die motorischen Teile haben. Akkumulatorenleitungen und jede andere Leitung, die keinen Fahrstrom führt, müssen besonders gesichert sein.

Erdleitungen und vom Fahrstrom unabhängige Bremsleitungen dürfen keine Sicherungen enthalten.

b) Die Sicherungen, zu denen auch die Automaten zu rechnen sind, müssen derart konstruiert sein, daß beim Funktionieren derselben (selbst bei Kurzschluß) kein dauernder Lichtbogen entstehen kann. Bei Abschmelzsicherungen darf

der Kontakt nicht unmittelbar durch weiche plastische Metalle und Legierungen vermittelt werden, sondern, wenn die Sicherung aus weichem Metall besteht, müssen die Schmelzdrähte oder Schmelzstreifen in Kontaktstücke aus Kupfer oder gleichgeeignetem Metall eingelötet sein.

Die Maximalspannung und die Normalstromstärke sollen auf dem auswechselbaren Einsatz der Sicherung verzeichnet sein.

c) Die Sicherungen müssen so angebracht sein, daß sie beim Funktionieren weder das Publikum gefährden noch für benachbarte brennbare Gegenstände eine Feuersgefahr herbeiführen.

§ 14.

Ausschalter.

a) Es muß ein von jedem Führerstand aus bedienbarer Haupt-(Not-)Ausschalter vorhanden sein, der das Ausschalten des Fahrstromkreises unabhängig vom Fahrschalter gestattet.

b) Erdleitungen sowie vom Fahrstrom unabhängige Bremsstromkreise dürfen nur im Fahrschalter abschaltbar sein.

c) Die Schalter müssen so konstruiert sein, daß sich kein dauernder Lichtbogen bilden kann.

d) Die Schalter müssen so angebracht bezw. geschützt sein, daß sie weder das Publikum noch benachbarte brennbare Teile gefährden können.

§ 15.

Widerstände.

a) Widerstands- und Heizapparate sind derart anzuordnen, daß eine Berührung zwischen den wärmeentwickelnden Teilen und entzündlichen Stoffen, sowie eine feuergefährliche Erwärmung der letzteren nicht vorkommen kann.

b) Die stromführenden Teile derselben dürfen dem Publikum nicht zugänglich sein.

c) Metallische Schutzhüllen, die dem Publikum zugänglich sind, müssen geerdet sein.

§ 16.

Blitzschutzvorrichtungen.

Die Motorwagen für Oberleitungsbetrieb sind mit Blitzschutzvorrichtungen zu versehen, welche bei wiederholten atmosphärischen Entladungen wirksam bleiben und so anzubringen sind, daß sie weder Personen gefährden noch eine Feuersgefahr herbeiführen.

§ 17.

Lampen.

a) Die unter Spannung stehenden Teile von Lampen nebst Zubehör müssen, soweit sie ohne besondere Hülfsmittel erreichbar sind, mit einer Schutzhülle aus Isoliermaterial versehen sein.

b) Die Fassungen müssen den Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen.

c) Fassungen mit Ausschalter (Hahnfassungen) sind verboten.

§ 18.

Inkrafttreten dieser Vorschriften.

Diese Sicherheitsvorschriften gelten für Anlagen oder Erweiterungen, welche nach dem 1. Januar 1905 fertiggestellt werden. Sie haben keine rückwirkende Kraft.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker behält sich vor, Abänderungen und Erweiterungen dieser Vorschriften nach Bedürfnis herauszugeben.

Leitsätze betreffend den Schutz metallischer Rohrleitungen gegen Erdströme elektrischer Bahnen.

Auf 2 Jahre probeweise angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Mannheim im Jahre 1903. Veröffentlicht: ETZ 1903. S. 689.
Auf ein weiteres Jahr probeweise angenommen auf der Jahresversammlung in Dortmund-Essen im Jahre 1905.

I. Geltungsbereich der Leitsätze.

§ 1.

Die nachfolgenden Leitsätze beziehen sich nur auf solche Gleisstrecken neu anzulegender elektrischer Gleichstrombahnen mit stromführenden Gleisen, bei denen nicht durch Anwendung sehr gut entwässerter, daher schlecht leitender oder geradezu isolierender Unterbettung (z. B. Holzschwellen auf grobem Kies, Asphalteinbettung u. s. w.) eine erhebliche Erdstrombildung und somit auch eine gefährliche Stromüberleitung in fremden Eigentümern gehörige Metallrohre verhindert wird.

§ 2.

Für schon bestehende Bahnstrecken und für mäßige Betriebs- oder Streckenerweiterung solcher kann von der Anwendung der Leitsätze abgesehen werden, wenn nicht unzweifelhaft festzustellen ist, daß wegen Nichtbefolgung dieser Leitsätze elektrolytische Schädigung fremden Eigentumes entstanden oder doch den örtlichen Verhältnissen nach mit Sicherheit zu erwarten ist.

Dagegen empfiehlt sich die Befolgung der Leitsätze bei Erweiterungen an bestehenden Bahnen, sofern dabei die beim Inkrafttreten dieser Vorschriften bestehenden Werte von Stromdichte oder Spannungsabfall um mehr als 30% überschritten werden.

II. Gefahrzustand und Gefahrzone.

§ 3.

Ein Gefahrzustand besteht nicht bei Metallrohren, deren Verbindungsstellen den Strom schlecht leiten. Es besteht jedoch die Möglichkeit einer elektrolytischen Gefährdung bei kontinuierlich leitenden Metallrohren, und zwar in um so höherem Maße, je größer ihre Längserstreckung und je kleiner ihre Entfernung von den Gleisen, ferner, je größer die Potentialdifferenz im Boden entlang den Rohren ist.

§ 4.

Die Gefährdung ist dagegen um so geringer, je weniger die chemische Beschaffenheit des Bodens elektrolytische Wirkungen begünstigt und je größer die Erdübergangswiderstände der Rohre und Gleise sind, ferner je geringer die Stromdichte an den stromaussendenden Stellen des Rohrmantels ist.

Als ungefährdet gelten alle Rohrkomplexe, deren nächster Punkt mindestens 1 km von den Gleisen entfernt ist.

Metallisch verbundene Rohre und Rohrkomplexe, deren größte Ausdehnung im wesentlichen in der Längsrichtung der Bahn liegt, gelten als ungefährdet, wenn sie innerhalb zweier in der Richtung gegen die Bahn zu konvergierenden Graden liegen, die mit der Bahnlinie Winkel von 30° einschließen und deren Schnittpunkte mit den Gleisen voneinander nicht soweit entfernt sind, daß innerhalb dieser Strecke ein Spannungsunterschied in der Erde dicht neben dem Gleise von 0,3 V, bezogen auf den Jahresdurchschnitt der Belastung, überschritten wird.

Metallisch verbundene Rohre und Rohrkomplexe, deren größte Ausdehnung im wesentlichen senkrecht zur Bahn liegt, gelten als ungefährdet, wenn der Spannungsabfall in der Erde dicht neben dem der Bahn am nächsten und entferntesten Punkt des Rohres oder Rohrkomplexes 0,3 V, bezogen auf den Jahresdurchschnitt der Belastung, nicht überschreitet.*)

*) Eine Formel zur Vorausberechnung dieser vorerwähnten Potentialdifferenz ergibt sich aus folgendem (Ulbricht, ETZ. 1902, S. 212, 720). Wird der Abstand des Rohres vom nächsten Schienenpunkte mit d, in Metern gemessen, bezeichnet, und ist V das durchschnittliche negative Potential an diesem Schienen-

Im Falle, daß die Ausdehnung des metallisch verbundenen Rohrkomplexes in der Längsrichtung der Bahn nicht sehr verschieden ist von jener in der Richtung senkrecht dazu, gilt der Rohrkomplex als ungefährdet, wenn die beiden oben genannten Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind.

Rohre und Rohrkomplexe, deren metallischer Zusammenhang durch isolierende Zwischenlagen an den Rohrverbindungsstellen unterbrochen ist, gelten überhaupt als ungefährdet.

III. Maßnahmen zur Verminderung von Erdströmen und zum Selbstschutz der Rohrleitungen.

§ 5.

Bei Bahnen nach dem Zweileitersystem ist (sofern nicht eine regelmäßige mindestens täglich einmalige Umkehrung der Polarität stattfindet) das Gleise mit dem negativen Pol der Stromquelle zu verbinden. Wenn der Spannungsabfall in der Verbindungsleitung 2 V übersteigt, so ist diese isoliert zu verlegen.

---

punkt, ferner V_d das Potential der Erde in der Nähe des Rohres, so kann dessen Abhängigkeit von dem Abstande d mit einiger Annäherung durch die Formel

$$V_d = \frac{a V}{1 + b d}$$

dargestellt werden.

Bei gleichmäßiger Bodenbeschaffenheit und ungehindertem Kontakt zwischen Schienen und Boden hat a die Größe 1. Bezeichnet ferner V_0 das am Rückleitungspunkt sich als Jahresdurchschnittswert ergebende Potentialmaximum im Gleise, so ist das Erdpotential V_d in der Umgebung eines im Abstande d von den Gleisen in der senkrecht durch den Rückleitungspunkt gelegten Ebene befindlichen Rohres angenähert ausgedrückt durch

$$V_d = \frac{a_1 \Delta l}{1 + b d}.$$

Dabei ist Δ die im Jahresdurchschnitt am Rückleitungspunkte sich ergebende Stromdichte in Ampère für 1 qcm Schienenquerschnitt und l die Länge der freitragenden Gleisstrecke in Metern. Die Konstanten a, a_1 und b hängen von der Schienenleitung und den Gleisübergangswiderständen ab. Bei gleichmäßiger Bodenbeschaffenheit ist

$$a_1 = \frac{V_0}{\Delta l},$$

d. i. ungefähr 0,001; b ist ungefähr $= 0{,}1$.

Für eine zweigleisige, in gleichmäßig leitendem Boden liegende Bahn würde hiernach das Erdpotential im Abstande $d = 10$ m von den Schienen gleich der Hälfte des am Rückleitungspunkt herrschenden Potentialmaximums V_0, im Abstande von 100 m der elfte, im Abstande von 1000 m von den Gleisen nur noch der hundertste Teil sein.

§ 6.

Die Schienen müssen an den Stößen derart leitend verbunden werden, daß der Widerstand des verlegten Gleises durch die Stöße um nicht mehr als 0,03 Ω auf 1 km einfaches Gleis verlegt wird.

Außerdem enthalten die zwei Schienen eines Gleises an jedem zehnten Stoß eine Querverbindung; bei Doppelgleisen erhalten die zwei Gleise an jedem zwanzigsten Stoß eine Querverbindung.

An sämtlichen Weichen und Kreuzungspunkten sind die Schienen durch besondere Verbindungen in gut leitenden Zusammenhang zu bringen.

§ 7.

Um die in § 4 angegebene Potentialdifferenz von 0,3 V nicht zu überschreiten, ist darauf zu achten, daß das Produkt Stromdichte Δ mal Länge l der freitragenden Gleisstrecke entsprechend klein ausfällt. Die Speisepunkte der Gleise sind möglichst entfernt von den zu schützenden Rohren, insbesondere von Kreuzungsstellen und an das Gleise heranreichenden Rohrausläufern anzulegen. Keinesfalls dürfen die Gleise mit den Rohren leitend verbunden sein oder besondere Erdableitungen erhalten.

§ 8.

Zur Verminderung der Potentialdifferenz in den Schienen dienen — außer starkem Schienenprofil und gutleitenden Bunden — Rückleitungskabel, Saugdynamos und Ausgleichskabel. Anderseits steht der Verminderung der Potentialdifferenz an den Schienen als ein wesentliches Mittel zum Schutz der Rohre gegenüber: die Erhöhung des Widerstandes an den Rohrverbindungsstellen durch Einfügung von isolierenden Zwischenstücken oder dergleichen. Dieser Selbstschutz der Rohre ist in allen Fällen zu empfehlen und verdient jedenfalls da den Vorzug, wo die sonst erforderliche Verminderung der Schienenpotentiale mit zu hohen Kosten verbunden wäre.

§ 9.

Bei stationären Motoren, deren Zuleitung an ein Bahnnetz ausgeschlossen ist, muß die Rückleitung mit dem Gleise

verbunden sein; sie ist zu isolieren, wenn der Spannungsabfall in ihr 2 V übersteigt. Das Gestell des Motors kann geerdet werden, darf aber dann nicht mit der Rückleitung verbunden sein.

IV. Beobachtungsmittel.

§ 10.

Die Belastungsverteilung in den Gleisen ist durch Spannungsmessung an den Rückleitungspunkten (Schienenspeisepunkten) zu kontrollieren. Zu diesem Zwecke ist durch Prüfdrähte dafür zu sorgen, daß in der Stromerzeugungs- oder Verteilungsstation die Spannung der wichtigen Schienenpunkte gemessen werden kann.

Die Größe der Spannungsdifferenzen zwischen den Gleisen und Rohrleitungen liefert keinen zutreffenden Maßstab für die Erdströme und den Gefahrzustand für die Rohre. Die Messungen müssen vielmehr, wie in § 4 vorgeschrieben, zur Ermittelung der Potentiale in der Erde gemacht werden.

Zur Messung dieser Potentialdifferenzen sind Metallstangen als Erdelektroden zu verwenden. Sie sind in einer seitlichen Entfernung von etwa 10 cm vom Schienenfuß, bzw. Rohr, mindestens bis zur Tieflage derselben einzutreiben. Eine im Grundwasser liegende Erdplatte oder ein Wasserleitungsrohr sind nicht als Punkte mittleren Erdpotentials anzusehen, da beide von etwaigen Erdströmen beeinflußt sein können.

Als Maßstab für die absolute Größe der Erdströme können Strommessungen in den Gleisen und Rohren dienen, wobei jedoch durch die Strommeßmethode wesentliche Veränderungen der Erdpotentiale infolge Schaffung anderer Stromverteilung nicht herbeigeführt werden dürfen, oder entsprechend berücksichtigt werden müssen. In der Regel empfiehlt es sich, statt der direkten Strommessung indirekte Methoden (Nebenschluß-, Kompensations-, Differentialmethoden) anzuwenden.

Da die Stromdichte der aus den Rohren austretenden Ströme den Intensitätsmaßstab der elektrolytischen Einwirkung bildet, so ist zur Beurteilung des Gefahrzu-

standes von Rohren nach erfolgtem Nachweis der absoluten Stärke der Erdströme die Stromaustrittsfläche der gefährdeten Rohrteile an der Hand der Rohrpläne zu ermitteln. In Fällen wahrscheinlich hoher Austrittsstromdichte sind durch Freilegung der betreffenden Rohrstellen etwaige lokale elektrolytische Erdstromwirkungen zu untersuchen.

Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz.

Aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein und angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Dresden im Jahre 1901. Veröffentlicht: ETZ 1901. S. 390.

1. Der Blitzableiter gewährt den Gebäuden und ihrem Inhalte Schutz gegen Schädigung oder Entzündung durch den Blitz. Seine Anwendung in immer weiterem Umfange ist durch Vereinfachung seiner Einrichtung und Verringerung seiner Kosten zu fördern.

2. Der Blitzableiter besteht aus:
   a) den Auffangevorrichtungen,
   b) den Gebäudeleitungen und
   c) den Erdleitungen.

a) Die Auffangevorrichtungen sind emporragende Metallkörper, -Flächen oder -Leitungen. Die erfahrungsgemäßen Einschlagstellen (Turm- oder Giebelspitzen, Firstkanten des Daches, hochgelegene Schornsteinköpfe und andere, besonders emporragende Gebäudeteile) werden am besten selbst als Auffangevorrichtungen ausgebildet, oder mit solchen versehen.

b) Die Gebäudeleitungen bilden eine zusammenhängende metallische Verbindung der Auffangevorrichtungen mit den Erdleitungen; sie sollen das Gebäude, namentlich das Dach, möglichst allseitig umspannen und von den Auffangevorrichtungen auf den zulässig kürzesten Wegen und unter tunlichster Vermeidung schärferer Krümmungen zur Erde führen.

Anmerkung. Belehrung über die Wirkung der Blitzableiter findet man in den vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen Schriften „Die Blitzgefahr No. 1 und 2“ (Berlin, Julius Springer). Praktische Anleitungen für die Errichtung von Gebäude-Blitzableitern, wesentlich im Sinne obiger Leitsätze, sind in dem Findeisenschen Buch: „Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude“ (Berlin, Julius Springer) enthalten.



c) Die Erdleitungen bestehen aus metallenen Leitungen, welche sich an die unteren Enden der Gebäudeleitungen anschließen und in den Erdboden eindringen; sie sollen sich hier unter Bevorzugung feuchter Stellen möglichst weit ausbreiten.

3. Metallene Gebäudeteile und größere Metallmassen im und am Gebäude, insbesondere solche, welche mit der Erde in großflächiger Berührung stehen, wie Rohrleitungen, sind tunlichst unter sich und mit dem Blitzableiter leitend zu verbinden. Insoweit sie den in den Leitsätzen 2, 5 und 6 gestellten Forderungen entsprechen, sind besondere Auffangevorrichtungen, Gebäude- und Erdleitungen entbehrlich. Sowohl zur Vervollkommnung des Blitzableiters als auch zur Verminderung seiner Kosten ist es von größtem Wert, daß schon beim Entwurf und bei der Ausführung neuer Gebäude auf möglichste Ausnutzung der metallenen Bauteile, Rohrleitungen und dergl. für die Zwecke des Blitzschutzes Rücksicht genommen wird.

4. Der Schutz, den ein Blitzableiter gewährt, ist um so sicherer, je vollkommener alle dem Einschlag ausgesetzten Stellen des Gebäudes durch Auffangevorrichtungen geschützt, je größer die Zahl der Gebäudeleitungen und je reichlicher bemessen und besser ausgebreitet die Erdleitungen sind. Es tragen aber auch schon metallene Gebäudeteile von größerer Ausdehnung, insbesondere solche, welche von den höchsten Stellen der Gebäude zur Erde führen, selbst wenn sie ohne Rücksicht auf den Blitzschutz ausgeführt sind, in der Regel zur Verminderung des Blitzschadens bei. Eine Vergrößerung der Blitzgefahr durch Unvollkommenheiten des Blitzableiters ist im allgemeinen nicht zu befürchten.

5. Verzweigte Leitungen aus Eisen sollen nicht unter 50 qmm, unverzweigte nicht unter 1000 qmm stark sein. Für Kupfer ist die Hälfte dieser Querschnitte ausreichend; Zink ist mindestens vom ein- und einhalbfachen, Blei vom dreifachen Querschnitt des Eisens zu wählen. Der Leiter soll nach Form und Befestigung sturmsicher sein.

6. Leitungsverbindungen und Anschlüsse sind dauerhaft, fest, dicht und möglichst großflächig herzustellen. Nicht geschweißte oder gelötete Verbindungsstellen sollen metallische Berührungsflächen von nicht unter 10 qcm erhalten.

7. Um den Blitzableiter dauernd in gutem Zustande zu erhalten, sind wiederholte sachverständige Untersuchungen erforderlich, wobei auch zu beachten ist, ob inzwischen Änderungen an dem Gebäude vorgekommen sind, welche entsprechende Änderungen oder Ergänzungen des Blitzableiters bedingen.

Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen in elektrischen Betrieben.

Angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Hannover im Jahre 1899. Veröffentlicht: ETZ 1899. S. 728.

I. Verbrennungen.

1. Bei bloßer Rötung und Schmerz kühle man durch kaltes Wasser (Wasserleitung) oder Eis, lege einen Verband mit Watte an, die in Brandsalbe getaucht ist, und befestige darüber eine Binde.

2. Bei Blasenbildung sind die Blasen nicht abzureißen, sondern mit einer Nadel, die vorher ausgeglüht ist, aufzustechen, damit das Wasser herausfließt. Nach dem Auslaufen der Flüssigkeit ist eine vierfache Lage von Jodoformgaze und darüber Watte und eine Binde zu legen. (Vor dem Abschneiden der Gaze sind die Hände auf das sorgfältigste in Wasser und hierauf in Sublimatlösung 1:1000 zu waschen.)

3. Bei Verkohlungen und Schorfbildungen ist auf die betreffende Stelle eine vierfache Lage von Jodoformgaze und darauf Watte und Binde zu legen.

II. Bewußtlosigkeit.

1. Unter allen Umständen ist sofort nach einem Arzt zu schicken.

2. Alle den Körper des Verunglückten beengenden Kleidungsstücke (Hemdkragen, Beinkleider) sind zu öffnen.

3. Man lege den Verunglückten auf den Rücken und überzeuge sich vor allem davon, ob noch eine Spur von Atmung vorhanden ist. In diesem Falle bringe man den Kopf in etwas erhöhte Lage und mache Umschläge mit kaltem Wasser oder Eis auf die Stirn. Ferner empfiehlt es sich in diesem Falle, eine Einspritzung mit Kampferöl (eine

Spritze voll) unter die Haut zu machen. Die Einspritzung ist nach 10 Minuten zu wiederholen, falls noch kein Arzt gekommen sein sollte.

4. Ist keine Atmung mehr nachweisbar, so lege man den Verunglückten auf den Rücken und bringe ein Polster aus zusammengelegten Kleidungsstücken, z. B. einen zusammengerollten Mantel, unter die Schulter. Das Polster muß so groß sein, daß das Rückgrat gestützt wird, der Kopf dagegen frei nach hinten überhängt. Nun kniee man hinter dem Kopf des Betäubten nieder, das Gesicht ihm zugewandt, ergreife beide Arme unterhalb der Ellenbogen und ziehe sie



Fig. 1. Einatmung.

über seinen Kopf hinweg, so daß man sie über seinem Kopf fast ganz zusammenbringt — Einatmung. Fig. 1. In dieser Lage sind die Arme 2 bis 3 Sekunden lang festzuhalten. Dann



Fig. 2. Ausatmung.

bewege man sie abwärts, beuge sie und presse die Ellenbogen mit dem eigenen Körpergewicht fest gegen die Brustseiten des Betäubten — Ausatmung. Fig. 2. Nach 2 bis 3

Sekunden strecke man die Arme wieder über dem Kopfe des Betäubten aus und wiederhole das Ausstrecken und Anpressen der Arme möglichst regelmäßig und ohne Übereilung etwa 15mal in der Minute.

Sind zwei Helfer zugegen, so fasse der zweite während dieser Versuche die Zunge des Betäubten mit einem Taschentuche, ziehe sie kräftig heraus, so oft die Arme über den Kopf gezogen werden und lasse sie zurückgehen, wenn die Arme zur Brust geführt werden. Diese Maßregel befördert die Atmung sehr. Wenn der Mund nicht leicht aufgeht, öffne man ihn gewaltsam mit einem Stück Holz oder dergleichen.



Fig. 3. Hilfe durch mehrere Personen.

Sind noch mehr Helfer zur Hand, so sind die oben aufgeführten Versuche von zweien auszuführen, indem jeder einen Arm ergreift und beide gleichzeitig auf das Kommando 1, 2 — 3, 4 diese Bewegungen machen. Fig. 3.

Die beschriebene künstliche Atmung ist solange fortzusetzen, bis die regelmäßige natürliche Atmung wieder eingetreten ist. Wenn das nicht der Fall ist, muß die künstliche Atmung bis zur Ankunft des Arztes, mindestens aber zwei Stunden lang fortgesetzt werden, ehe man auf weitere Wiederbelebungsversuche verzichten darf.

5. Das Einflößen irgend welcher Flüssigkeiten durch den Mund ist zu unterlassen.

Sicherheitsvorschriften
für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen.
Gültig vom 1. Januar 1904 ab.

Niederspannung. — Hochspannung.

In einem Bande.

Festgesetzt nach den Beschlüssen der Sicherheits-Kommission zu Jena 1903 und der Jahresversammlung in Kassel 1904.

Taschenformat:
Kartoniert Preis 80 Pfg.
10 Exemplare M. 7.50; 25 Exemplare M. 17.—; 100 Exemplare M. 60.—.

Dazu ist ein Nachtrag
enthaltend die Beschlüsse der Jahresversammlung 1905
zum Preise von 10 Pfg. erschienen.

Ausgabe in Reichsformat ist nicht erschienen.

Daraus einzeln:

Sicherheitsvorschriften
für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen.
Niederspannung.

Taschenformat:
Kartoniert Preis 60 Pfg.
10 Exemplare M. 5.50; 25 Exemplare M. 12.50; 100 Exemplare M. 45.—.

Reichsformat:
(Zum Beiheften zu Verträgen etc. geeignet)
100 Exemplare M. 25.—; 250 Exemplare M. 60.—; 500 Exemplare M. 110,—; 1000 Exemplare M. 200.—.

Weniger als 100 Exemplare werden nicht abgegeben.

Hochspannung.

Reichsformat:
100 Exemplare M. 25.—; 250 Exemplare M. 60.—; 500 Exemplare M. 110.—; 1000 Exemplare M. 200.—.

Weniger als 100 Exemplare werden nicht abgegeben.
Ausgabe in Taschenformat ist nicht erschienen.

Sicherheitsvorschriften
für den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen.

Taschenformat:
Geheftet Preis 20 Pfg.
10 Exemplare M. 1.50; 25 Exemplare M. 3.50; 100 Exemplare M. 12.50.

Plakatformat auf festem Kartonpapier:
10 Exemplare in Rolle M. 3.—; 25 Exemplare M. 6.—.

Weniger als 10 Exemplare werden nicht abgegeben.

Verlag von Julius Springer in Berlin.


G.E.STE
& CO.
NEW YORK